

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΔΠΜΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ-ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΣΑΦΗ ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ, ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ,
ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΜΠΕΛΟΚΟΜΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΤΩΝ
ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΡΟΜΠΟΛΑ ΚΑΙ ΖΑΚΥΝΘΙΝΟ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΜΠΕΛΩΝΑ ΣΤΗ
ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ.

Μεταπτυχιακή Μελέτη
Γρουμπός Π. Βασίλειος-Άγγελος

Κεφαλονία 2016

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΔΠΜΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ-ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΣΑΦΗ ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ, ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ,
ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΜΠΕΛΟΚΟΜΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΤΩΝ
ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΡΟΜΠΟΛΑ ΚΑΙ ΖΑΚΥΝΘΙΝΟ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΜΠΕΛΩΝΑ ΣΤΗ
ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ.

Μπινιάρη Αικατερίνη

Μεταπτυχιακή Μελέτη
Γρουμπός Π. Βασίλειος-Άγγελος

Κεφαλονία 2016

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΔΠΜΣ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ-ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Μπινιάρη Αικατερίνη, Επίκουρη Καθηγήτρια Αμπελουργίας, Τμήματος Επιστήμης και Φυτικής Παραγωγής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Μπιλάλης Δημήτριος, Αναπληρωτής Καθηγητής Γεωργίας, Τμήματος Επιστήμης και Φυτικής Παραγωγής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Καλλίθρακα Σταματίνα, Επίκουρη Καθηγήτρια Μηχανικής Τροφίμων και Επεξεργασίας & Συντήρησης Γ.Προϊόντων, Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής Ανθρώπου Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Μεταπτυχιακή Μελέτη
Γρουμπός Π. Βασίλειος-Άγγελος
Κεφαλονία 2016

“Σοφόν γε το ξύλον της αμπέλου”
Ευριπίδης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο την δημιουργία χρήσιμων στοιχείων για δύο ποικιλίες αμπέλου: της Ρομπόλας Κεφαλληνίας και της ποικιλίας Ζακυνθινό. Αρχικά καλύπτεται το θεωρητικό υπόβαθρο της παραγωγής του σταφυλιού, όπως: σχηματισμός ταξιανθίας, ηάνθιση, η γονιμοποίηση, η καρπόδεση και η πορεία ωρίμανσης των ραγών (βάρος, οξέα και σάκχαρα). Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα και την ποσότητα των αμπελοκομικών προϊόντων παρουσιάζονται επιγραμματικά, όπως είναι, η τοπογραφία, η ηλιοφάνεια, η βροχόπτωση, η θερμοκρασία, ο άνεμος, η λίπανση, τα χλωρά κλαδέματα, η άρδευση, η καλλιέργεια του εδάφους και οι τυχόν ασθένειες. Λίγα λόγια παρατίθενται για τον τρόπο διαχείρισης του αμπελώνα σύμφωνα με τη βιολογική και τη βιοδυναμική αμπελουργία.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μέθοδοι και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση αυτής της μελέτης. Επιλέχθηκαν έξι (6) αμπελώνες με Ρομπόλα και πέντε (5) αμπελώνες Ζακυνθινό. Κατεγράφησαν όλες οι καλλιέργειες και έγιναν οι απαιτούμενες μετρήσεις για το βάρος, τα οξέα και τα σάκχαρα και στα 11 συνολικά αμπελοτεμάχια. Δημιουργήθηκαν όλοι οι απαιτούμενοι πίνακες και διαγράμματα με τα συλλεχθέντα δεδομένα. Με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS έγινε η στατιστική ανάλυση όλων των δεδομένων.

Στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μέθοδος των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων(ΑΓΔ) που χρησιμοποιείται πρώτη φορά για τη μοντελοποίηση των συγκεκριμένων αμπελώνων. Τα ΑΓΔ είναι μία νέα μεθοδολογία για την μοντελοποίηση και τον έλεγχο πολύπλοκων συστημάτων. Αναμφίβολα η αμπελουργία και η οινοποίηση είναι πολύπλοκα συστήματα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται όλα τα αποτελέσματα και αναλύονται διεξοδικά. Τέλος, δίνονται μερικές κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

Λέξεις κλειδιά : οίνος, άμπελος, μαθηματικά μοντέλα, Κεφαλονία

ABSTRACT

The goal of the present Master thesis is to measure and analyze useful characteristics for two grape varieties of Cephalonia, Robola of Cephalonia and Zakynthino, with the intention of providing vine growers with useful information and a reference tool.

First, the theoretical background of grape production is covered including the formation of , and the process of berry maturing (ripening)(weight, acids and sugars). The three stages of berry development are also presented. Next , factors that influence the quality and quantity of viticulture products are briefly presented, namely: topography, sunlight, rainfall, temperature, wind, fertilization, τα χλωρά κλαδέματα , irrigation, soil cultivation and possible diseases. Third, short reference is made to the organic and biodynamic method of vineyard management.

The following section presents the methods and materials used for the completion of this study. In more detail: 1) Six (6) vineyards of Robola and five(5) vineyards of Zakynthino were chosen.2) All cultivation activities were recorded and all necessary measurements of grape weight, acids and sugars were taken and recorded for all 11 vineyards. 3) All the data were organized and presented in tables. 4) Finally, with the help of the statistics program SPSS , the statistical analysis of the above data was performed and are presented.

Then Fuzzy Cognitive Maps (FCM) are used for the first time in modeling the eleven (11) vineyards studied here. The FCMs is a new methodology for modeling and controlling complex systems. Undoubtedly, viticulture and winemaking can both be defined as complex systems. In this study a new mathematical model using FCMs is proposed for viticulture and wine production.

All the results, which are obtained after the use of the FCM model, are presented and analyzed in detail. The analysis and discussion of the results demonstrate that FCMs could be an excellent tool for obtaining useful information for achieving a better grape and wine production.

Finally, suggestions are given as to how the results of this study can be used. Directions for further research are also given.

Key words : wine, vine, mathematical models ,Cephalonia

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρωτίστως θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην εισηγήτρια της παρούσας εργασίας, κ. Αικατερίνη Μπινιάρη, επίκουρο καθηγήτρια Αμπελουργίας. Την ευχαριστώ θερμά για το ενδιαφέρον που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μου και την πίστη που έδειξε προς το πρόσωπό μου, καθώς και για τις συμβουλές της και την καθοδήγησή της.

Θερμές ευχαριστίες στα μέλη της τριμελούς επιτροπής κα. Καλλίθρακα και κ. Μπιλάλη για την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή και τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν για την αξιολόγηση της μεταπτυχιακής μου μελέτης.

Ακόμη εγκάρδιες ευχαριστίες στον υπ. διδάκτορα φοιτητή του Γ.Π.Α. εργ. Αμπελουργίας κ. Δασκαλάκη Ιωάννη για την αστείρευτη και απλόχερη βοήθειά του καθόλη τη διάρκεια της Μεταπτυχιακής μου πορείας.

Εύχαριστώ θερμά όλους τους ντόπιους παραγωγούς για τη διάθεση των αμπελοτεμαχίων τους για την συγκεκριμένη μελέτη καθώς και το Οινοποιείο Melissinos Winery για την παροχή του εργαστηριακού εξοπλισμού.

Ευχαριστώ ολόψυχα την οικογένεια μου για την πολύτιμη στήριξή της κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστίσω ιδιαίτερα την ομάδα του εργαστηρίου Αυτοματισμού και Ρομποτικής του Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Μηχανικών και Τεχνολογίας Η/Υ στο Πανεπιστήμιο Πατρών: τον καθηγητή και διευθυντή του εργαστηρίου κ. Γρουμπό Π. Πέτρο και τις υπ. Διδάκτορες κ. Αντιγόνη Αννίνου και κ. Ελένη Βεργίνη για την βοήθεια τους στη κατανόηση και τη χρήση των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων στην παρούσα μελέτη.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1 Θεωρητικό υπόβαθρο της μελέτης	13
1.2 Καθορισμός του ερευνητικού προβλήματος	13
1.3 Σκοπός- στόχοι της έρευνας	14
1.4 Φαινολογικά στάδια αμπέλου	14
1.4.1 Εκβλάστηση λανθανόντων οφθαλμών	14
1.4.2 Σχηματισμός ταξιανθίας	14
1.4.3 Ανάπτυξη ανθέων – Άνθιση	15
1.4.4 Γονιμοποίηση	15
1.4.5 Καρπόδεση	16
1.4.6 Ράγα	17
1.4.7 Ανάπτυξη και ωρίμανση των ραγών	18
1.4.8 Σάκχαρα και Οξέα	20
1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των αμπελουργικών προϊόντων	21
1.5.1 Τοπογραφία	21
1.5.2 Κλίμα	22
1.5.3 Ηλιοφάνεια	23
1.5.4 Βροχόπτωση	24
1.5.5 Θερμοκρασία	25
1.5.6 Άνεμος	25
1.5.7 Λίπανση	26
1.5.8 Χλωρά κλαδέματα	27
1.5.9 Άρδευση	29
1.5.10 Καλλιέργεια του εδάφους	29
1.6 Ασθένειες	30
1.6 Τρόπος διαχείρισης αμπελώνων	32
1.7 Βασικές έννοιες των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων	35
2. ΥΛΙΚΑ και ΜΕΘΟΔΟΙ	38
2.1 Ρομπόλα Κεφαλληνίας	38
2.4 Πειραματικό σχέδιο	38
2.5 Φαινολογικές παρατηρήσεις	40
2.6 Φαινοτυπικά χαρακτηριστικά και παρατηρήσεις	41
2.7 Τεχνολογικά χαρακτηριστικά του γλεύκους	42
2.8 Κλίμα – Τοπογραφία- Αμπελουργικές πράξεις	43
2.9 Εφαρμογή Ασαφών Γνωστικών Δικτύων	43
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	50
3.1 Ποικιλία Ρομπόλα	50
3.2 Ποικιλία Ζακυνθινό	54
3.3 Αμπελοτεμάχια ποικιλίας Ρομπόλας	56
Ελειός 1 ^ο με συντεταγμένες: 38°04'37.1"N 20°42'38.9"E	56
Ελειός 2 ^ο με συντεταγμένες: 38°04'38.5"N 20°42'36.9"E	58
Μιτακάτα με συντεταγμένες: 38°08'53.5"N 20°33'33.5"E	60

Φαγιάς 1 ^ο με συντεταγμένες: 38°08'54.3"N 20°36'05.7"E	64
Φαγιάς 2 ^ο με συντεταγμένες: 38°08'57.6"N 20°36'09.1"E	65
Φαγιάς 3 ^ο με συντεταγμένες: 38°08'43.6"N 20°36'31.1"E	67
3.4 Αμπελοτεμάχια ποικιλίας Ζακυνθινό	74
1 ΒΙΟ με συντεταγμένες: 38°04'17.6"N 20°42'28.3"E.....	74
2 ΒΙΟ με συντεταγμένες: 38°04'26.6"N 20°43'39.5"E.....	75
3 ΒΙΟ με συντεταγμένες: 38°04'37.2"N 20°42'01.5"E.....	77
1 ΣΥΜΒ με συντεταγμένες: 38°04'38.8"N 20°42'52.5"E	78
2 ΣΥΜΒ με συντεταγμένες: 38°04'48.4"N 20°43'05.5"E	80
3.5 Συζήτηση Αποτελεσμάτων	85
3.5.1 Φαινολογικά Στάδια.....	85
3.5.2 Πορεία σακχάρων και οξύτητας	86
3.5.3 Στρεμματικές αποδόσεις	88
3.5.4 Ασθένειες.....	91
3.5.5 Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα.....	91
3.5.5 Συμπεράσματα	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	95
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	100
Α.1 Ιστορική αναδρομή της αμπελουργίας και της οινοποιίας	100
Α.2 Ο Μύθος.....	100
Α.3 Λέξεις για υποσημείωση και ετυμολογική εξήγηση:.....	101
Α.4 Μετρήσεις βλαστών ταξιανθιών πυλιδίων και ραγών	101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	104
ΑΣΑΦΗΣ ΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΑΣΑΦΗ ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	104
Β.1 Εισαγωγή στην Ασαφή Λογική.....	104
Σχήμα Β.1 Χαρακτηριστική συνάρτηση συμμετοχής ενός κλασσικού ή crisp συνόλου και ενός ασαφούς συνόλου	105
ΛΕΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΕΣ Ή ΦΡΑΚΤΕΣ.....	111
Β.2 Απλά μοντέλα Ασαφών Γνωστικών Δικτύων	112

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΡΑΓΑΣ: Α: ΑΝΘΙΣΗ Κ: ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ Π: ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ Ω: ΩΡΙΜΑΝΣΗ(COOMBE 1992, FRIEND Κ.Α. 2009).....	21
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 1ΟΣ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΜΕ ΧΛΩΡΑ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	51
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 1ΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΗ	52
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 1ΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΡΙΝ ΤΟ ΚΛΑΔΕΜΑ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ, ΧΛΩΡΑ ΛΙΠΑΝΣΗ	52
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 1ΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟ ΑΝΟΙΞΗΣ, ΕΛΑΦΡΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ.	53
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 1ΟΣ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΣΤΟΛΟΓΗΜΑ ΚΑΙ ΚΟΡΥΦΟΛΟΓΗΜΑ.	53
ΕΙΚΟΝΑ18: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΜΙΤΑΚΑΤΑ.....	62
ΕΙΚΟΝΑ19: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΜΙΤΑΚΑΤΑ.....	62
ΕΙΚΟΝΑ21: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 3ΟΣ	69
ΕΙΚΟΝΑ22: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 3ΟΣ	70
ΕΙΚΟΝΑ24: ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΑΓΙΑΣ.....	73

ΕΙΚΟΝΑ25: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΙΤΑΚΑΤΑ	73
----------------------------------	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

ΓΡΑΦΗΜΑ 1: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΡΟΜΠΟΛΑΣ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	50
ΓΡΑΦΗΜΑ 2: ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΓΙΑ ΤΑ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΛΑΣ.....	51
ΓΡΑΦΗΜΑ3: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΖΑΚΥΝΘΙΝΟ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	54
ΓΡΑΦΗΜΑ4: ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΤΟΥ ΖΑΚΥΝΘΙΟΥ	55
ΓΡΑΦΗΜΑ5: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ ΕΛΕΙΟΣ 1ΟΣ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	56
ΓΡΑΦΗΜΑ 6: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΕΛΕΙΟΣ 1ΟΣ.....	58
ΓΡΑΦΗΜΑ7:ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ ΕΛΕΙΟΣ 2ΟΣ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	59
ΓΡΑΦΗΜΑ 8: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΕΛΕΙΟΣ 2ΟΣ.....	59
ΓΡΑΦΗΜΑ9: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ ΜΙΤΑΚΑΤΑ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	60
ΓΡΑΦΗΜΑ 10: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΜΙΤΑΚΑΤΑ	61
ΓΡΑΦΗΜΑ11: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ ΦΑΓΙΑΣ 1ΟΣ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	64
ΓΡΑΦΗΜΑ 12: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 1ΟΣ	65
ΓΡΑΦΗΜΑ13: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ ΦΑΓΙΑΣ 2ΟΣ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	66
ΓΡΑΦΗΜΑ 14: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 2ΟΣ	67
ΓΡΑΦΗΜΑ15: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ ΦΑΓΙΑΣ 3ΟΣ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	68
ΓΡΑΦΗΜΑ 16: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ ΦΑΓΙΑΣ 3ΟΣ	69
ΓΡΑΦΗΜΑ17: ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΩΝ ΡΟΜΠΟΛΑΣ	72
ΓΡΑΦΗΜΑ 18: ΠΟΡΕΙΑ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΡΟΜΠΟΛΑΣ	72
ΓΡΑΦΗΜΑ20: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ 1Ο ΒΙΟ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ.....	74
ΓΡΑΦΗΜΑ 21: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ 1 ΒΙΟ	75
ΓΡΑΦΗΜΑ 22: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ 2Ο ΒΙΟ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ.....	76
ΓΡΑΦΗΜΑ 23: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ 2 ΒΙΟ	76
ΓΡΑΦΗΜΑ24: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ 3Ο ΒΙΟ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ.....	77
ΓΡΑΦΗΜΑ 25: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ 3Ο ΒΙΟ.....	78
ΓΡΑΦΗΜΑ 26: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ 1Ο ΣΥΜΒ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ.....	79
ΓΡΑΦΗΜΑ 27: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ 1 ΣΥΜΒ.....	80
ΓΡΑΦΗΜΑ 28: ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ 2Ο ΣΥΜΒ, ΣΕ ΕΞΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ.....	81
ΓΡΑΦΗΜΑ 29: ΑΓΔ ΓΙΑ ΤΟ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ 2 ΣΥΜΒ.....	81
ΓΡΑΦΗΜΑ30: ΣΤΡΕΜΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΩΝ ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΥ	82

ΓΡΑΦΗΜΑ 31: ΠΟΡΕΙΑ ΣΑΚΧΑΡΩΝ ΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΥ	83
ΓΡΑΦΗΜΑ 33: ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ	85

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ1: ΑΜΕΠΛΟΤΕΜΑΧΙΑ ΡΟΜΠΟΛΑΣ.....	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΑ ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΥ.....	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Μ.Ο. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ 2016.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΛΑΣΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑΞΙΑΝΘΙΑΣ ΣΤΗ ΦΑΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΙΣΗΣ	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΛΕΥΚΟΥΣ.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Μ.Ο. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΤΟΥΣ 2016.....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ10: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΛΑΣΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑΞΙΑΝΘΙΑΣ ΣΤΗ ΦΑΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΙΣΗΣ.....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΛΕΥΚΟΥΣ.....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ13: ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΑ ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΥ.....	82

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Θεωρητικό υπόβαθρο της μελέτης

Σήμερα γυναίκες και άνδρες απ' όλες τις κοινωνικές τάξεις σε όλο τον κόσμο απολαμβάνουν τον καλό οίνο. Για να φθάσει η οινολογία εκεί που βρίσκεται σήμερα στις προηγμένες οινολογικά χώρες, συζητήθηκε πολύ ο ρόλος του παράγοντα «άνθρωπος» στη διαμόρφωση της ποιότητας του οίνου. Δύο τάσεις υπάρχουν για αυτόν τον ρόλο: «η φυσική ποιότητα» και η «τεχνική ποιότητα». Η φυσική ποιότητα – αποτέλεσμα επίδρασης του εδάφους του αμπελώνα, της ποικιλίας της αμπέλου και της προσαρμογής της στο έδαφος και στις κλιματολογικές συνθήκες – θα έλεγε κανείς πως αντιπροσωπεύει τη μόνη πραγματική ποιότητα. Η τεχνική ποιότητα – προορισμένη να διορθώσει ή να καλύψει τις τυχόν αδυναμίες της φύσης (λόγω καιρικών συνθηκών) με την παρέμβαση του ανθρώπου και, τα τελευταία χρόνια, της επιστήμης. Δεν πρέπει όμως αυτή η τεχνική ποιότητα να ανταγωνίζεται κατά κανένα τρόπο τη «φυσική ποιότητα». Γιατί μία τέτοια προσέγγιση δεν ευσταθεί. Η ποιότητα είναι μία και μοναδική. Οι δύο «ποιότητες – έννοιες» Φυσική και Τεχνική ποιότητα είναι απόλυτα συμπληρωματικές και η μία δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς την άλλη (Σουφλερός, 2012).

1.2 Καθορισμός του ερευνητικού προβλήματος

Η καλλιέργεια της αμπέλου είναι η ευρύτερα διαδεδομένη μεταξύ των παραγωγικών καλλιεργειών. Η κύρια μέθοδος καλλιέργειας της αμπέλου είναι η εκμηχανοποιημένη συμβατική γεωργία. Η μέθοδος είναι μεγάλου κόστους καθώς χρειάζεται χρήση ακριβών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, βαρέων τύπου μηχανημάτων και μεγάλη έκταση γης. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η μέθοδος αυτή δεν ενδύκνεται για να καλύψει τις ειδικές ανάγκες και απαιτήσεις της αμπέλου για την παραγωγή άριστης ποιότητας οινικών προϊόντων. Οι λόγοι που καθιστούν την παραπάνω μέθοδο αναποτελεσματική και ανεπιθύμητη είναι: η τεράστια ποικιλομορφία των εδαφοκλιματικών και γεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στους αμπελώνες ανά το κόσμο, οι δυσμενείς εδαφοκλιματικές συνθήκες που έχει προκαλέσει η ανόργανη λίπανση, η βαθιά άροση, η ταχύτατη ανάγκη απόκτησης μεγαλύτερης παραγωγής, η τεράστια διαφορά των ποικιλιών, η ύπαρξη ή μη βαρέων μηχανημάτων και τέλος η απαίτηση για ένα καθαρό περιβάλλον για τον άνθρωπο και τη διατήρηση της ισορροπίας της φύσης. Για τους λόγους αυτούς εφαρμόζονται μέθοδοι καλλιέργειας της αμπέλου όπως: η ολοκληρωμένη γεωργία, η βιολογική γεωργία και τέλος η βιοδυναμική γεωργία.

1.3 Σκοπός- στόχοι της έρευνας

Κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη και κατανόηση της επίδρασης των καλλιεργητικών φροντίδων που εφαρμόζονται και των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν σε αμπελώνες της Κεφαλληνίας με την χρήση Ασαφών Γνωστικών Δικτύων. Συγκεκριμένα εξετάστηκε η επίδραση των παραπάνω στην καρπόδεση, στην αμπελοπάθεια, στην πορεία ωρίμανσης, στην συνολική παραγωγή του αμπελοτεμαχίου, και στις φαινολογικές παρατηρήσεις. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο γεγονός ότι έγινε χρήση μαθηματικών μοντέλων για την ανάλυση των δεδομένων και αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, η χρήση των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων (ΑΓΔ) επιτρέπει τη καλύτερη ανάλυση των πολλών διαφορετικών δεδομένων που καταγράφονται ως παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του σταφυλιού.

1.4 Φαινολογικά στάδια αμπέλου

1.4.1 Εκβλάστηση λανθανόντων οφθαλμών

Η έκπτυξη του λανθάνοντα οφθαλμού πραγματοποιείται την άνοιξη και αφού έχει προηγηθεί η ολοκλήρωση της φάσης του ληθάργου. Αρχικά, παρατηρείται διόγκωση του οφθαλμού και στην συνέχεια εμφανίζεται ο νεαρός βλαστός, ο οποίος καλύπτεται με πυκνό στρώμα τρυχιδίων. Συμβατικά, ως χρόνος έναρξης της βλάστησης μιας ποικιλίας θεωρείται η χρονική στιγμή κατά την οποία έχει εκβλαστήσει το 10-20% και πλέον τον λανθανόντων οφθαλμών του πρέμνου. Πλήρης δε εκβλάστηση θεωρείται όταν το 50% των λανθανόντων του πρέμνου έχουν εκβλαστήσει. (Σταυρακάκης, 2000)

Ο χρόνος που απαιτείται για την εκβλάστηση των λανθανόντων οφθαλμών σε ολόκληρο το πρέμνο εξαρτάται από την ποικιλία, επηρεάζεται όμως έντονα από τη θερμοκρασία κατά τη χειμερινή ανάπαυση των πρέμνων, την κάλυψη των αναγκών σε ψύχος για την φυσιολογική διακοπή του λήθαργου. (Dokoozlian κ.ά. 1995, Dokoozlian κ.ά. 1998).

1.4.2 Σχηματισμός ταξιανθίας

Οι ταξιανθίες που εμφανίζονται την άνοιξη, προκύπτουν από ανθικές καταβολές, οι οποίες σχηματίζονται εντός του λανθάνοντα οφθαλμού, κατά την προηγούμενη βλαστική περίοδο. Χαρακτηριστικό των ποικιλιών *Vitis vinifera* είναι ο ταυτόχρονος σχηματισμός των βλαστικών και αναπαραγωγικών καταβολών, από το ίδιο αρχικό μερείστωμα. (Bossetal., 2003).

Ο χρόνος σχηματισμού των καταβολών, εξαρτάται από την ποικιλία, σε συνδυασμό με την θέση που βρίσκεται ο οφθαλμός πάνω στον βλαστό και ολοκληρώνεται στις αρχές του καλοκαιριού, οπότε και οι οφθαλμοί εισέρχονται στην προ ληθαργική φάση. Στην ποικιλία Ρομπόλα, οι πρώτες ανθικές καταβολές εντοπίζονται σε οφθαλμούς μεταξύ 2^{ου} και 5^{ου} κόμβου (Σταυρακάκης 2010).

1.4.3 Ανάπτυξη ανθέων – Άνθιση

Με την εμφάνιση των ταξιανθιών επί του νεαρούβλαστού, αρχίζει ο σχηματισμός των ανθέων. Η επιτυχήσανάπτυξη των ανθικών οργάνων είναι ταυτόχρονη σε κάθε άνθος της ταξιανθίας (Mullinsetal., 1992). Αρχικά εμφανίζονται τα πέντε σέπαλα που αποτελούν τον κάλυκα και ακολουθούν τα πέντε σέπαλα της στεφανής. Στην συνέχεια αναπτύσσονται οι πέντε στήμονες, αποτελούμενοι έκαστος από το νήμα και τον ανθήρα και τέλος ο ύπερος. Ο κάλυκας προστατεύει τα εσωτερικά όργανα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες στα πρώιμα στάδια της έκπτυξης. Κατά την ανάπτυξη τους, τα πέταλα καλύπτουν τα σέπαλα, τα οποία εκφυλίζονται και έτσι σχηματίζεται η καλύπτρα ή το πυλίδιο (Srinivasan&Mullins, 1981a).

Ο ύπερος αποτελείται από την ωθήκη, το στύλο και το στίγμα. Η ωθήκη έχει δυο καρπόφυλλα και το κάθε καρπόφυλλο έχει δυο σπερματοβλάστες. Κάθε σπερματική βλάστη περιέχει τον εμβρυόσακκο, μέσα στον οποίο βρίσκεται το ωοκύτταρο. Ο ύπερος και οι ανθήρες δείχνουν ευαισθησία σε κάθε είδους καταπόνησης, ειδικά σε οτιδήποτε οδηγεί στην ελλείψει θρεπτικών συστατικών (Saini 1997 ; Jean&Lapointe, 2001).

Η έναρξη της άνθισης τοποθετείται από έξι έως οκτώ εβδομάδες μετρά την έκπτυξη των λανθανόντων οφθαλμών, και επηρεάζεται από την θερμοκρασία και πρέπει να ξεπερνά τους 15^ο C με άριστη τους 20^ο-22^οC. Η φυσιολογική άνθιση στην άμπελο ολοκληρώνεται σε δυο διαδοχικά στάδια. Στο πρώτο πραγματοποιείται η απόπτωση των πηλιδίων των ανθέων, ενώ κατά τη διάρκεια του δευτέρου σταδίου διαρρηγνύονται οι ανθήρες και ελευθερώνεται η γύρη από τους γυρεόκοκκους.

1.4.4 Γονιμοποίηση

Την περίοδο της άνθισης, το πυλίδιο αποκολλάται και οι ανθήρες διεγείρονται ελευθερώνοντας την γύρη. Το στίγμα του υπέρου καθίσταται υποδεκτικό οπότε πραγματοποιείται η επικονίαση, δηλαδή η προσκόλληση του γυρεόκοκκου στο υγρόστίγμα.

Μετά την επικάθεισή του στο στίγμα, ο γυρεόκοκκος προβάλλει τον γυρεοσωλήνα, ο οποίος αυξάνεται διαμέσου του στύλου και καταλογή στην ωοθήκη. Ακολουθεί η εναπόθεση των δυο πυρήνων του γυρεόκοκκου μέσα στον εμβρυόσακκο. Ειδικότερα, ο ένας πυρήνας γονιμοποιεί την ωόσφαιρα και έτσι σχηματίζεται ο ζυγωτής, που θα εξελιχθεί σε έμβryo. Ο δεύτερος πυρήνας ενώνεται με το δευτερογενή πυρήνα του εμβρυόσακκο, απ' όπου θα προκύψει το ενδοσπέρμιο (Σταυρακάκης, 2000).

Η γονιμοποίηση του ανθούς κινητοποιεί τον ορμονικό και τον θρεπτικό μηχανισμό του φυτού και έτσι ακολουθεί κυτταροδιείρεση και διόγκωση των κυττάρων της ωοθήκης. Εάν δεν γίνει η γονιμοποίηση κανονικά, τότε το άνθος αποξηραίνεται και πέφτει. Εξαίρεση από την αναφερθείσα διαδικασία αποτελούν οι παρθενοκαρπικές και οι στενοσπερμοκαρπικές ποικιλίες.

1.4.5 Καρπόδεση

Αμπελοκομικά, ο όρος καρπόδεση δηλώνει τον αριθμό των ωοθηκών των ανθέων που μετατράπηκαν σε ράγες. Από φυσιολογικής άποψης, με τον όρο αυτό αποδίδεται το σύνολο των διεργασιών (μορφολογικών, φυσιολογικών, βιοχημικών) μέσω των οποίων η ωοθήκη από την κατάσταση στασιμότητας μετατρέπεται σε μία ταχέως αναπτυσσόμενη ράγα. Βασικά με την καρπόδεση ολοκληρώνεται επιτυχώς η διαδικασία της φυσιολογικής επικονίασης και γονιμοποίησης, που οδηγεί στη μετατροπή ή μετεξέλιξη της μεν σπερματικής βλάστησης σε γίγαρτο, της δε ωοθήκης σε ράγα (Coombe 1962, May 2004, Σταυρακάκης 2010).

Στην άμπελο, η αναλογία των ανθέων που γίνονται ράγες, καθορίζονται στο διάστημα 1-2 εβδομάδων μετά την άνθιση. Ο Bessis (1992) αναφέρει ότι καρπόδεση σε ποσοστό 50% είναι φυσιολογική, ενώ θεωρεί μια ποικιλία ανθορρούσα, όταν τα ποσοστά καρπόδεσης είναι μικρότερα από 30%.

Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες το ποσοστό καρπόδεσης είναι περίπου 50%. Ωστόσο, όταν υπάρχει κάποιος περιοριστικός παράγοντας (ασθένεια, ελλιπής θρέψη, υπερβολική ζωηρότητα, ακραίες καιρικές συνθήκες κ.ά.), το ποσοστό καρπόδεσης μπορεί να είναι πολύ μικρότερο (May, 2000).

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν την περίοδο της άνθισης, επιδρούν καθοριστικά στο ποσοστό καρπόδεσης. Για παράδειγμα, χαμηλές όσο και υψηλές θερμοκρασίες του αέρα

επηρεάζουν εξίσου έντονα την καρπόδεση. Στις θερμοκρασίες των 35°C και 40°C, η καρπόδεση είναι σημαντικά πιο χαμηλή σε σχέση με εκείνη των 25°C (Kliewe 1975). Επίσης βροχοπτώσεις και υγρασία επηρεάζουν άμεσα την επικονίαση όσο και τη γονιμοποίηση, μειώνοντας την λειτουργικότητα των αναπαραγωγικών οργάνων.

Η καρπόδεση επηρεάζεται εμμέσως και από την ηλιοφάνεια και την ένταση του φωτός. Σκίαση του φυλλώματος κατά 98% επέφερε μείωση της καρπόδεσης κατά 18% σε σχέση με τα μη σκιαζόμενα πρέμνα. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε μείωση της καρπόδεσης όταν μόνο οι ταξιανθίες τέθηκαν σε σκιά (ενσάκωση) ενόσω το πρέμνο ήταν εκτεθειμένο στον ήλιο (May 2000, Σταυρακάκης 2010). Η ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζει την καρπόδεση μέσω της φωτοσύνθεσης και όχι άμεσα από το φως που δέχονται οι ταξιανθίες.

Η κατάσταση θρέψης των πρέμνων είναι ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την καρπόδεση. Υπερβολική ζωηρότητα των βλαστών οφειλόμενη στο υποκείμενο, στο κλάδεμα καρποφορίας, στην υπερβολική λίπανση ή άρδευση μειώνει τα ποσοστά καρπόδεσης. Στο ίδιο αποτέλεσμα οδηγεί και η υδατική καταπόνηση των πρέμνων κατά την περίοδο της καρπόδεσης. Αντίθετα, η εφαρμογή των χλωρών κλαδεμάτων και ειδικότερα του κορυφολογήματος κατά την άνθιση βελτιώνει σημαντικά τα ποσοστά καρπόδεσης.

Το άζωτο, μεταξύ των άλλων δράσεων εντός του φυτού, βρίσκεται στο μόριο των πολυαμινών, η συγκέντρωση των οποίων συνδέεται άμεσα με την καρπόδεση. Χαμηλά επίπεδα αζώτου, την περίοδο εμφάνισης των ταξιανθιών, δεν επηρέασαν τον αριθμό ανθέων ανά ταξιανθία, μείωσαν όμως τα ποσοστά καρπόδεσης. Επίσης, επάρκεια αζώτου πριν την άνθιση, αύξησε τον αριθμό των γιγάρτων ανά ράγα (Ducheneetal., 2001).

1.4.6 Ράγα

Στην ράγα οι αμπελουργικοί χαρακτήρες που μελετώνται είναι το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα τους. Επίσης λαμβάνονται υπόψη η παρουσία γιγάρτων και οι χαρακτήρες (τεχνολογικοί) της σάρκας και του χυμού.

Αξίζει να σημειωθεί εδώ πως ο αριθμός των ραγών στο βότρυ του σταφυλιού είναι ανάλογος των ανθέων που γονιμοποιήθηκαν κανονικά στην ταξιανθία της αμπέλου.

Το σχήμα της ράγας διακρίνεται σε, σφαιροειδές, δισκοειδές, ελλειψοειδές, κυλινδροειδές, ωοειδές, αντωοειδές, ατρακτοειδές, ωοειδές επίμηκες, γαμψό και, ωοειδές με μαστίγιο. Το χρώμα των ραγών ποικίλλει πράσινο, πρασινόφαιο, κιτρινόλευκο, κίτρινο, χρυσίζον, ερυθρό, ρόδινο, ιώδες, ερυθρομελανό, κυανό, μελανό κλπ.

Ο φλοιός χαρακτηρίζεται ως λεπτός ή παχύς, μαλακός ή σκληρός. Η σάρκα χαρακτηρίζεται ως τραγανή, σαρκώδης και χυμώδης. Ο χυμός μπορεί να είναι έγχρωμος ή λευκός, ξινός ή γλυκός, με γεύση αρωματική, ουδέτερη, ιδιάζουσα, ή μοσχάτη. Το μέγεθος της ράγας μπορεί να εκφραστεί με τις διαστάσεις της (πλάτος × μήκος), τον όγκο και το βάρος της (Σταυρακάκης, 2013).

1.4.7 Ανάπτυξη και ωρίμανση των ραγών

Η ανάπτυξη και η ωρίμανση των ραγών μετά τη γονιμοποίηση και την καρπόδεση αποτελούν μια δυναμική διαδικασία, που συνοδεύεται από σημαντικές μοριακές, βιοχημικές, φυσιολογικές και μορφολογικές μεταβολές. Το τελικό μέγεθος και οι λοιποί χαρακτήρες ποιότητας της ράγας καθορίζονται από τους γενετικούς χαρακτήρες της ποικιλίας και επηρεάζονται έντονα από περιβαλλοντικούς και καλλιεργητικούς παράγοντες.

Στις εγγύαρτες ποικιλίες, ο ρυθμός ανάπτυξης των ραγών ακολουθεί μια διπλή σιγμοειδή καμπύλη, δηλαδή ο ρυθμός ανάπτυξης των ραγών χωρίζεται σε τρεις φάσεις οι οποίες καθορίστηκαν χρησιμοποιώντας ως παραμέτρους τον όγκο ή το βάρος, την διάμετρο και το μήκος των ραγών (Ribereau-Gayonet al, 1998).

Οι τρεις φάσεις που παρατηρούνται είναι η εξής:

ΦΑΣΗ 1 χαρακτηρίζεται από υψηλό ρυθμό αύξησης του μεγέθους της ράγας λόγω έντονης κυτταροδιαίρεσης. Οι ράγες είναι πράσινες και φωτοσυνθέτουν. Ο χυμός των σταφυλιών είναι πτωχός σε σάκχαρα και πλούσιος σε οξέα (Jona&Botta, 1988)

ΦΑΣΗ 2 μειώνεται ο ρυθμός αύξησης και ανάπτυξης των ραγών και αυξάνεται ο ρυθμός ανάπτυξης των γιγάρτων. Στη φάση αυτή αρχίζει η εμφάνιση χρωματισμού σε κάθε ποικιλία (περκασμός).

ΦΑΣΗ 3 παρατηρείται εκ νέου ένταση του ρυθμού αύξησης ραγών. Είναι η φάση που ακολουθεί μετά το γυάλισμα της ράγας και αφορά την πληρότητα των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, σακχάρων, οξύτητας, αρωμάτων και γεύσης. Στο στάδιο αυτό παρατηρείται συσσώρευση σακχάρων, μείωση και σταθεροποίηση οξύτητας, αύξηση του όγκου των ραγών, σχηματισμός χρωστικών και άλλων αρωματικών ουσιών (Robinson&Davies, 2000)(εικ. 1).

Η διάρκεια του κάθε σταδίου αύξησης των ραγών εξαρτάται από ενδογενείς, περιβαλλοντικούς και καλλιεργητικούς παράγοντες.

Μεταξύ των παραγόντων που ελέγχουν τα στάδια ανάπτυξης των ραγών, κυρίαρχο ρόλο έχουν οι φυτορρυθμιστικές ουσίες. Οι συγκεντρώσεις των αυξινών και γιββερελλινών είναι μεγάλες την περίοδο της έντονης κυτταροδιαίρεσης και μειώνονται κατά την επίσχεση της αύξησης της ράγας, ενώ αυξάνονται εκ νέου κατά την έναρξη ωρίμανσης. Οι γιββερελλίνες θεωρούνται οι πιο σημαντικές ουσίες στην διόγκωση των κυττάρων και η συγκέντρωσή τους συνδέεται άμεσα με τον αριθμό των γιγάρτων, ενώ παρουσιάζουν μέγιστο κατά τη φάση I (Scienzaetal., 1978).

Το αμπισικό οξύ, ως παρεμποδιστής της αύξησης, βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στην αρχή και αυξάνεται κατά την έναρξη ωρίμανσης, στη φάση της συσσώρευσης των σακχάρων. Φαίνεται πως εμπλέκεται στην περατότητα των κυτταρικών μεμβρανών κατά τον περκασμό, επιτρέποντας στους υδατάνθρακες και στο νερό να εισέλθουν πιο εύκολα (Lavee&Nir, 1986). Φαίνεται πως οι αυξίνες και το αμπισικό οξύ, επηρεάζουν την έκφραση γονιδίων που εμπλέκονται στη διαδικασία της ωρίμανσης (Robinson&Davies, 2000)

Την ανάπτυξη και το τελικό μέγεθος της ράγας, επηρεάζουν και οι κλιματικοί παράγοντες. Οι Hale&Buttrose (1974) έδειξαν ότι, θερμοκρασίες 25°C ημέρας και 20°C νύχτας, είναι ιδανικές για την ανάπτυξη των ραγών. Μικρότερες θερμοκρασίες δεν επηρεάζουν το τελικό μέγεθος, αλλά επιμηκύνουν την περίοδο της ωρίμανσης. Φαίνεται ότι η φάση I είναι η πιο ευαίσθητη στη θερμοκρασία.

Η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στην ανάπτυξη της ράγας, μελετήθηκε από τους Dokoozlian&Kliewer (1996), οι οποίοι βρήκαν ότι ράγες, που σκιάστηκαν στο αρχικό στάδιο της ανάπτυξής τους, παρουσίασαν καθυστέρηση στην ωρίμανση και μείωση του τελικού τους μεγέθους. Το κανονικό δεν αποκαθίσταται πλήρως, ακόμα και αν τα σταφύλια εκτεθούν σε φως

κατά την ωρίμανση. Κάτι ανάλογο παρατηρείται και με την επάρκεια νερού. Το τελικό μέγεθος επηρεάζεται από το διαθέσιμο νερό που υπάρχει στο διάστημα από την άνθιση μέχρι και τον περκασμό (Becker&Zimmermann, 1984; Ponietal., 1994; Ojedaetal., 2001). Η έλλειψη νερού δεν επιδρά στην διαίρεση των κυττάρων, αλλά στην διόγκωση, που μειώνεται. Αυτή η μείωση είναι μη αντιστρεπτή, ακόμα και αν υπάρχει διαθέσιμο νερό κατά την ωρίμανση.

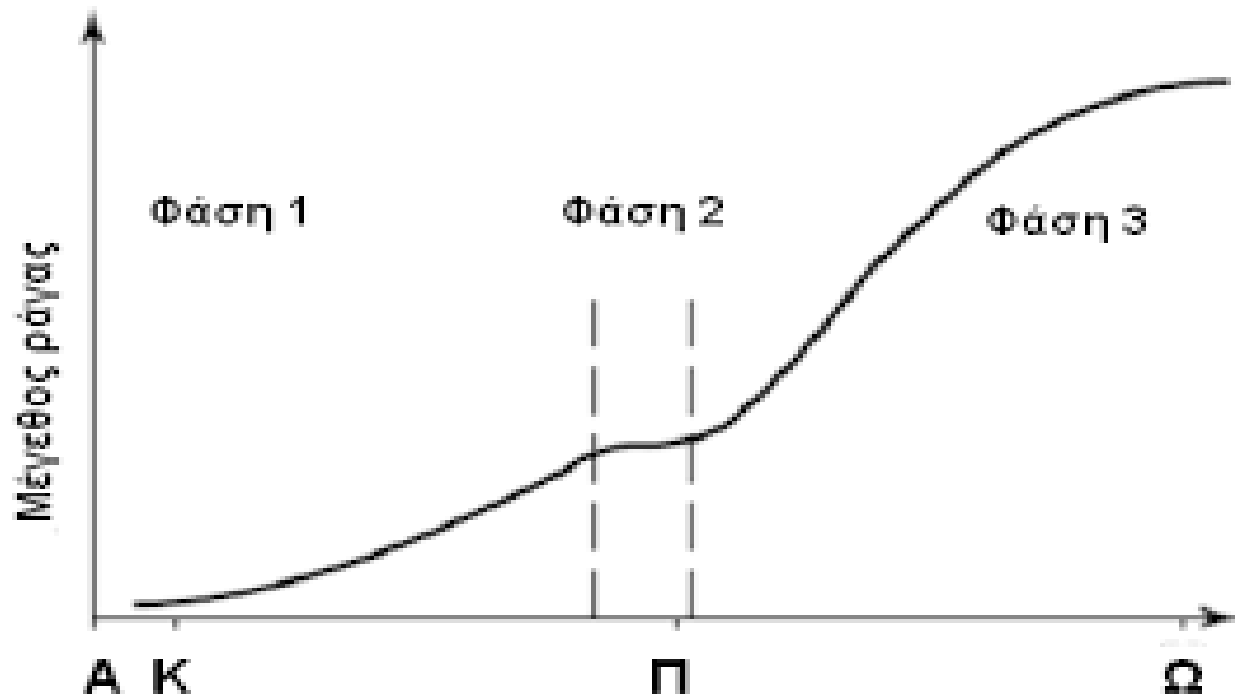
1.4.8 Σάκχαρα και Οξέα

Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της, η ράγα μπορεί να φωτοσυνθέσει και να παράγει τους απαραίτητους υδατάνθρακες. Σταδιακά όμως, τα φύλλα γίνονται η κυρία πηγή υδατανθράκων για τη ράγα, ενώ ένα μέρος των σακχάρων προέρχεται και από τα μονιμά μέρη του πρέμνου (Kliwer&Antcliff, 1970). Ο κυριότερος υδατάνθρακας που παράγεται στα φύλλα είναι η σακχαρόζη, η οποία μεταφέρεται στις ράγες και υδρολύεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη, υπό την επίδραση του ενζύμου ιμπερτάση.

Η έντονη συσσώρευση των σακχάρων ξεκινά την περίοδο του περκασμού. Η συγκέντρωσή τους, από 15-20 gr/L στα πρώιμα στάδια, φτάνει τα 200-250gr/L στην πλήρη ωρίμανση. Η τελική συγκέντρωση σακχάρων εξαρτάται από την ποικιλία όσο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η αποθήκευση των σακχάρων γίνεται κυρίως στα χυμοτόπια. Η γλυκόζη και η φρουκτόζη εντοπίζονται κυρίως στη σάρκα, ενώ μικρά ποσοστά απαντώνται στο φλοιό.

Κατά την ωρίμανση τα περισσότερα σάκχαρα προέρχονται από τα φύλλα τα οποία βρίσκονται στην ίδια πλευρά του βλαστού όπου βρίσκεται και ο βότρυς, και πάνω από αυτόν. Σύμφωνα με των Jackson (1986) και Smart (1982), για την φυσιολογική ωρίμανση των σταφυλιών χρειάζονται 6,2m² φιλικής επιφάνειας ανά gr ραγών.

Το τρυγικό και το μηλικό οξύ αποτελούν το 70 με 90% των οξέων της ράγας (Kliweretal., 1967), άλλα οργανικά οξέα που εντοπίζονται είναι το κιτρικό οξύ, φαινολικά, σικιμμικά και λιπαρόξέα. Σε αντίθεση με τα σάκχαρα, τα οξέα συντίθεται στις ράγες και αρχική πηγή προέλευσής τους θεωρούνται τα σάκχαρα. Τα οξέα αυξάνονται σταδιακά μέχρι το περκασμό, όπου και παρατηρείται η μέγιστη συγκέντρωσή τους. Στην συνέχεια, η οξύτητα μειώνεται σταδιακά εξαιτίας της αύξησης της αναπνευστικής δραστηριότητας των ραγών (καύση μηλικού οξέος), λόγω της αραίωσης των οξέων που προκαλείται από την αύξηση του όγκου των ραγών και τέλος λόγω του σχηματισμού αλάτων με κατιόντα, όπως είναι το K⁺.



Εικόνα 1: Τα στάδια ανάπτυξης της ράγας: Α: Άνθιση Κ: Καρπόδεση Π: Περκασμός Ω: Ωρίμανση(Coombe 1992, Friend κ.ά. 2009)

1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των αμπελουργικών προϊόντων

1.5.1 Τοπογραφία

Το απόλυτο και σχετικό υψόμετρο, το ανάγλυφο, η κλίση και ο προσανατολισμός αποτελούν τους κυριότερους τοπογραφικούς παράγοντες που επηρεάζουν το μεσόκλιμά μιας περιοχής.

Ο προσανατολισμός της τοποθεσίας δείχνει την κατεύθυνση στην οποία «βλέπει» η πλαγιά και έχει τεράστια σημασία για την καλλιέργεια της αμπέλου, εφόσον επηρεάζει τη συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία που θα δέχεται ο αμπελώνας. Για το βόρειο ημισφαίριο ο νοτιο ανατολικός έως δυτικός προσανατολισμός μεγιστοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ο αμπελώνας.

Η επίδραση του υψόμετρου μιας περιοχής εξαρτάται από το σχετικό και απόλυτο μετρό του. Το σχετικό υψόμετρο μιας περιοχής από την επιφάνεια της κοιλάδας, όπως διαμορφώνεται από το ανάγλυφο του εδάφους, επηρεάζει σημαντικά την διακύμανση της θερμοκρασίας της πλάγιας και την κυκλοφορία του αέρα. Το απόλυτο υψόμετρο (επιφάνεια θάλασσας) επιδρά στους

χαρακτήρες του μεσοκλίματος και κυρίως στην κατανομή και τη συχνότητα των ακραίων χαμηλών θερμοκρασιών και των θερμικών δυνατοτήτων του κλίματος (Σταυρακάκης 2010).

Το υψόμετρο επιδρά στην συγκέντρωσή του CO₂ της ατμοσφαιράς και συνακόλουθα στην ταχύτητα της φωτοσύνθεσης. Αύξηση του υψομέτρου κατά 100μ προκαλεί μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης κατά 1%. Όταν η συγκέντρωσή του ατμοσφαιρικού CO₂ μειώνεται λόγω του υψομέτρου τα φυτά τείνουν να αυξάνουν τον ρυθμό των στομάτων ανά μονάδα επιφάνειας του φύλλου, και η απώλεια νερού για κάθε μονάδα ξηρής ουσίας που παράγεται υπερδιπλασιάζεται (Woodward 1987).

Η κλίση του εδάφους αποτελεί ιδιαίτερο χαρακτηριστικό με αξιοσημείωτη επίδραση στην επιλογή της καλλιεργητικής τεχνικής. Η κλίση του εδάφους σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό επηρεάζει σημαντικά την πρόσληψη της ηλιακής ακτινοβολίας, την κυκλοφορία του αέρα, την πορεία της θερμοκρασίας και μπορεί να συμβάλει στην προστασία των πρέμων από τον παγετό και τους ισχυρούς ανέμους.

Διαπιστώθηκε ότι σε αμπελώνες της ποικιλίας Pinot noir που βρίσκονταν σε πλάγιες με κατάλληλο προσανατολισμό η εκβλάστηση των λανθανόντων οφθαλμών, η άνθιση και η έναρξη της ωρίμανση έγιναν νωρίτερα ενώ ήταν σημαντικά ταχύτερος ο ρυθμός ανάπτυξης και ωρίμανσης των ραγών σε σχέση με πρέμνα της ίδιας ποικιλίας σε πεδινούς αμπελώνες (Becker 1977).

1.5.2 Κλίμα

Η άμπελος είναι στενά συνυφασμένη με το κλίμα της κάθε γεωγραφικής περιοχής. Από τους φυσικούς παράγοντες ενός αμπελώνα, (με δεδομένη την ποικιλία που καλλιεργείται) οι μέσες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν καθορίζουν την παραγωγή αμπελουργικών προϊόντων υψηλής ποιότητας. Αυτή η παραγωγή επηρεάζεται κυρίως από τα επιμέρους χαρακτηριστικά του αμπελώνα, τα οποία διαμορφώνουν την ημερήσια, ή ακόμη και την ωριαία διακύμανση των μικροκλιματικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, το ενεργό θερμικό άθροισμα (θερμικές μονάδες), οι τυχόν ακραίες τιμές θερμοκρασίας, η βροχόπτωση, ο άνεμος, η υγρασία, κλπ. (JonesandHellman 2003).

Το μακροκλίμα κυριαρχεί σε μια καθορισμένη γεωγραφική περιοχή, η οποία συχνά χαρακτηρίζεται από μεμονωμένες διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, τα μεσοκλίματα ή τοποκλίματα. Τα τελευταία μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με το υψόμετρο, την κλίση, το ανάγλυφο του εδάφους, τους επικρατούντες ανέμους, τον προσανατολισμό και τις πιθανές επεμβάσεις στη φύση. Στην αμπελουργία, το μικροκλίμα αναφέρεται στις συνθήκες οι οποίες επικρατούν σε μικρή έκταση του αμπελώνα που περιλαμβάνει λίγα πρέμνα, ή σε μεμονωμένο πρέμνο, ακόμη δε και στη ζώνη καρποφορίας όπου βρίσκονται οι σταφυλές. Στην περίπτωση του μικροκλίματος, οι αμπελουργικές επεμβάσεις, όπως το ξεφύλλισμα για την καλύτερη έκθεση των σταφυλιών στον ήλιο, η υποστύλωση των κλιμάτων για τον καλύτερο φωτισμό, η εδαφοκάλυψη για την αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους και γενικά του περιβάλλοντος, αφήνουν σημαντικά περιθώρια διαμόρφωσης των συγκεκριμένων συνθηκών θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας. Αυτά τα φαινόμενα παρατηρούνται στους αμπελώνες της Κεφαλονιάς και ιδιαίτερα στους αμπελώνες της Ρομπόλας. (Σταυρακάκης 2013)

Για την καλύτερη μελέτη των επιδράσεων του κλίματος, ο ετήσιος κύκλος βλάστησης των πρέμνων υποδιαιρείται σε έξι στάδια. Η πρώτη διαρκεί από την έναρξη της βλάστησης έως την έναρξη της άνθισης, η δεύτερη έως την καρπόδεση, η Τρίτη από την καρπόδεση έως το γυάλισμα, η τέταρτη έως την πλήρη ωρίμανση, η πέμπτη από τον τρυγητό έως τη φυλλόπτωση και η έκτη η χειμερινή ανάπαυση (Σταυρακάκης, 2013).

1.5.3 Ηλιοφάνεια

Η ηλιακή ακτινοβολία επιδρά στη βλάστηση, την ανάπτυξη και την παραγωγή της αμπέλου μέσω των φωτοενεργειακών (φωτοσύνθεση) και φωτορρυθμιστικών φαινομένων (φωτοπεριοδισμός, φωτοτροπισμός, φωτοεπαγωγή, φωτομορφογένεση). Η ηλιοφάνεια, όπως εκφράζεται με το σύνολο των ωρών κατά την περίοδο της βλάστησης, όταν ο ουρανός είναι καθαρός, έχει σημαντική, άμεση και έμμεση, επίδραση στη φυσιολογία και την παραγωγικότητα των πρέμνων, σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία. Πάντως, σημαντικό ρόλο παίζει όχι μόνο το σύνολο των ωρών ηλιοφάνειας αλλά και η κατανομή τους κατά τα κρίσιμα φαινολογικά στάδια του αμπελώνα. Έχει διαπιστωθεί ότι σε έτη με υψηλές τιμές ηλιοφάνειας –υψηλότερες του μέσου όρου- οι ώρες ηλιοφάνειας ευνοούν, εξαιτίας των καλών καιρικών συνθηκών, την άνθιση, την επικονίαση και την καρπόδεση αλλά και την ταχύτητα φωτοσύνθεσης. Ακόμη, υψηλή

ηλιοφάνεια ευνοεί το σχηματισμό καταβολών ταξιανθιών στους λανθάνοντες οφθαλμούς και την ταχεία και έντονη συσσώρευση των σακχάρων κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των ραγών.

1.5.4 Βροχόπτωση

Αν και ο αμπελώνας δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό, εν τούτοις το συνολικό ετήσιο ύψος των βροχοπτώσεων και ιδιαίτερα η ένταση και η χρονική κατανομή τους επιδρά σημαντικά στη βλάστηση και την παραγωγή των αμπελουργικών προϊόντων. Η βροχή αποτελεί την κύρια πηγή εφοδιασμού του εδάφους με νερό, ενώ οι λοιπές ατμοσφαιρικές υγρασίες (ομίχλη, δρόσος, χαλάζι) έχουν μικρότερη συμβολή. Στα κρίσιμα φαινολογικά στάδια, η διαθεσιμότητα του νερού στα πρέμνα καθορίζει συχνά την ποιότητα των οίνων, η δε διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελεί ταυτόχρονα ένα αρκετό σύνθετο πρόβλημα. Υπερβολική υγρασία ή έλλειψη νερού για οποιονδήποτε λόγο επηρεάζουν αρνητικά τα κύρια φαινολογικά στάδια, όπως είναι η διαφοροποίηση των οφθαλμών, η καρπόδεση, η ανάπτυξη και ωρίμανση των ραγών. Υπερβολική βροχόπτωση την άνοιξη προκαλεί αύξηση της ζοηρότητας των πρεμνών, πυκνό φύλλωμα, τα οποία, πέρα από τις δυσμενείς επιπτώσεις που αναφέρθηκαν, δημιουργεί ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών και κυρίως ωιδίου και περονόσπορου.

Ως προς την ετήσια κατανομή, οι βροχές από το τέλος του Φθινοπώρου και σε όλη τη διάρκεια του χειμώνα δεν έχουν άμεση επίδραση στη λειτουργία των πρεμνών, ιδιαίτερα όμως στις συνθήκες της Νότιας Ευρώπης είναι μεγάλης σημασίας για τον εμπλουτισμό του εδάφους σε νερό και την απόδοση του στα πρέμνα κατά τις κρίσιμες περιόδους ανάπτυξης και ωρίμανσης των σταφυλιών. Σε γενικές γραμμές, οι ετήσιες ανάγκες της αμπέλου σε νερό διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία, της εδαφοκλιματολογικές συνθήκες, την καλλιεργητική τεχνική, τον προορισμό χρήσης της παραγωγής, και κυμαίνονται από 150 έως 250 mm βροχής. Εκτιμάται ότι από την έναρξη της βλάστησης έως την άνθιση απαιτούνται περίπου 65 mm βροχής, ενώ από την άνθιση έως την ωρίμανση οι ανάγκες ανέρχονται σε 85 έως 100 mm βροχής. Να σημειωθεί ότι είναι σημαντικό κατά την περίοδο της άνθισης και γονιμοποίησης να μην σημειώνονται καθόλου βροχές. Την περίοδο από την καρπόδεση μέχρι και λίγες μέρες πριν από το γυάλισμα, τα πρέμνα δείχνουν μικρότερη ευπάθεια στη ήπια υδάτινη καταπόνηση. Αντίθετα, κατά την έναρξη της ωρίμανσης και λίγο μετά, η ευαισθησία στην υδάτινη καταπόνηση και τη θερμοκρασία αυξάνει, επομένως χρειάζεται προσοχή στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Ήπια και ελεγχόμενη

υδάτινη καταπόνηση θα επιτρέψει τον περιορισμό της βλάστησης, την απόκτηση πλούσιου χρώματος, χωρίς να ανασταλεί η αύξηση του μεγέθους των ραγών.

1.5.5 Θερμοκρασία

Οι μεταβολές και οι ακραίες τιμές της θερμοκρασίας, σε κάθε στάδιο της ανάπτυξης της αμπέλου, θεωρούνται οι πλέον κρίσιμοι παράγοντες για τον καθορισμό των τοπικών διαφορών μεταξύ των αμπελουργικών περιοχών, εξαιτίας της μεγάλης επίδρασής τους στην πορεία ωρίμανσης και στην ποιότητα των σταφυλιών, και, κατ' επέκταση, στη δυνατότητα καλλιέργειας της συγκεκριμένης ποικιλίας σε δεδομένη περιοχή.

Η άμπελος, ως φυτό της εύκρατης ζώνης, για την ομαλή, φυσιολογική βλάστηση και καρποφορία έχει ανάγκη χαμηλές θερμοκρασίες, που θα διακόψουν το λήθαργο κατά την χειμερινή περίοδο. Η ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα πρέπει να κυμαίνεται από -20° και -5°C , ανάλογα με τη θέση, την τοπογραφία και τις μικροκλιματικές συνθήκες τις περιοχής (Amerine κ.ά. 1980, Winkler κ.ά. 1974).

Για τις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές που θεωρούνται κατάλληλες για την καλλιέργεια της αμπέλου, η μέση θερμοκρασία του πιο θερμού μήνα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $18,9^{\circ}\text{C}$ και αντίστοιχα $-1,1^{\circ}\text{C}$ για τον πιο ψυχρό μήνα (Prescott 1965).

Για τις περιόδους, εκβλάστησης, άνθισης, ωρίμανσης των σταφυλιών πρέπει να είναι ελεύθερη παγετού. Όσον αφορά τη διάρκεια της ευνοϊκής περιόδου βλάστησης, αυτή διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, αλλά συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 170-190 ημερών για τις παραγωγικές ποικιλίες αμπέλου (Mullins 1992).

1.5.6 Άνεμος

Η κατεύθυνση και η ένταση του ανέμου επηράζουν σημαντικά τη βλάστηση και την παραγωγή της αμπέλου. Ανάλογα με τον προσανατολισμό του αμπελώνα, δυνατός άνεμος προκαλεί καταστροφές στα πρέμνα άμεσα και έμμεσα. Άμεσα, με την καταστροφή των νεαρών βλαστών (ξεμασχάλισμα) ιδιαίτερα κατά τα πρώτα έτη μόρφωσης των πρέμνων. Έμμεσα, με την επίδραση στις φυσιολογικές λειτουργίες του πρέμνου. Η έκθεση των πρέμνων σε δυνατούς ανέμους έχει ως επακόλουθο την ανάπτυξη μικρότερου μήκους βλαστών, με μικρότερα μεσογονάτια διαστήματα και φύλλα, μικρότερο αριθμό βοτρυδίων ανά ταξιανθία και, τέλος, μικρότερο μέγεθος και βάρος σταφυλών (Hamilton 1988). Ο δε θερμός και δυνατός άνεμος

εντείνει την υδατική καταπόνηση, με σημαντικές επιπτώσεις στη διαφοροποίηση των λανθανόντων οφθαλμών, την άνθιση, την καρπόδεση και την αύξηση και ωρίμανση των ραγών. Ευεργετικά αποτελέσματα στη φωτосυνθετική ταχύτητα μπορεί να έχει ο χαμηλός ταχύτητας άνεμος, λόγω της συνεχούς ανανέωσης του αέρα στο κικροκλίμα των πρέμων και του καλύτερου εδφοδιασμού με CO₂, της επικονίασης, της απομάκρυνσης της υγρασίας και, ως εκ τούτου, της έμμεσης επίδρασης στην ανάπτυξη κρυπτογαμικών ασθενειών μετά από βροχή (Σταυρακάκης 2010).

1.5.7 Λίπανση

Ο συμπληρωματικός εφοδιασμός του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία αποτελεί το αντικείμενο της αμπελοκομικής επέμβασης που καλείται λίπανση και διακρίνεται στη βασική και στην περιοδική. Ανάλογα με το είδος του λιπάσματος και τον τρόπο που χορηγείται, η λίπανση διακρίνεται σε ανόργανη και οργανική. Ανεξάρτητα από το είδος των λιπασμάτων και τη μεθοδολογία εφαρμογής, στόχος της λίπανσης είναι η εξασφάλιση και η διάθεση στα πρεμνά όλων των θρεπτικών στοιχείων, σε ποσότητες αναγκαίες ώστε να παραχθούν αρίστης ποιότητας αμπελουργικά προϊόντα.

Ο τρόπος λίπανσης εξαρτάται από το μέγεθος του αμπελώνα, το βαθμό εκμηχάνισης, την ύπαρξη δικτύου άρδευσης και το είδος του λιπάσματος. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική αμπελουργία μπορεί να είναι απλά ή μεικτά.

Για παράδειγμα, το στερεό λίπασμα ρίχνεται χειρωνακτικά κοντά στον κορμό του πρέμνου μετα την περιλάκκωση. Με την εκμηχάνιση ο λιπασματοδιανομέας διασκορπίζει το λίπασμα, σε κοκκώδη μορφή σε ολόκληρη την επιφάνεια του εδάφους. Με την υδρολίπανση, σε αρδευόμενους αμπελώνες, γίνεται συνδυασμός άρδευσης και λίπανσης μαζί με το πλεονέκτημα της αύξησης αποδοτικότητας της λίπανσης.

Οργανική λίπανση, γίνεται με την προσθήκη κόπρου σε ποσότητες 2-3 τόνοι ανά στρέμμα αν 2-3 έτη. Τα στέμφυλα αν γυρίζουν στο αμπελοτεμάχιο συμβάλουν στον εμπλουτισμό με μικροστοιχεία. Χλωρή λίπανση νοείται η συγκαλλιέργεια οποιουδήποτε φυτικού είδους σε καθορισμένη πυκνότητα με σκοπό τη διακοπή βλάστησης και ενσωμάτωσής του, στο κατάλληλο στάδιο. (Σιδηράς 2005)

Η χλωρή λίπανση βελτιώνει τις ιδιότητες του εδάφους και του μικροκλίματος του αμπελώνα, καλύτερη αντιμετώπιση ζιζανίων, αυξάνει την οργανική ουσία, μειώνει τη διάβρωση εδάφους, αξιοποιεί καλύτερα τις βροχοπτώσεις.

1.5.8 Χλωρά κλαδέματα

Είναι το σύνολο των μέσων, μεθόδων και τεχνικών που εφαρμόζονται στα πρεμνά κατά τη περίοδο από την εκβλάστηση των λανθανόντων νοφθαλμών έως και την έναρξη ωρίμανσης για τη διατήρηση, τροποποίηση και βελτίωση της ισορροπίας βλάστησης προς καρποφορία. Το μικροκλίμα που δημιουργείται από την αρχιτεκτονική δομή και διάταξη του φυλλώματος ζητηρεύει τις φυσιολογικές λειτουργίες του πρέμνου, την ευχέρεια και την αποτελεσματικότητα των μεθόδων φυτοπροστασίας.

Ανάλογα με τον χρόνο επέμβασης, το στάδιο ανάπτυξης των επιμέρους οργάνων του πρέμνου και τον επιδιωκόμενο στόχο, τα χλωρά κλαδέματα χωρίζονται στα έξι, βλαστολόγημα, κορυφολόγημα, ξεφύλλισμα και αραιώμα φορτιού.

Ως βλαστολόγημα ορίζεται το χλωρόκλάδεμα κατά το οποίο αφαιρούνται εκβλαστάνοντας οφθαλμοί ή αναπτυσσόμενοι βλαστοί την περίοδο από την έναρξη της βλάστησης έως και την εμφάνιση των ταξιανθιών. Στόχοι του βλαστολογήματος είναι η διατήρηση του ευνοϊκού μικροκλίματος ζαερισμού και φωτισμού στο εσωτερικό του πρέμνου για τη βελτίωση των φυσιολογικών λειτουργιών και την παρεμπόδιση ανάπτυξης μυκητολογικών ασθενειών.

Διαπιστώθηκε ότι ο μεγάλος αριθμός βλαστών σχετίζεται με μειωμένη παραγωγή στην ποικιλία Σουλτανίνα (Shaulis and May 1971), ενώ στην ποικιλία Riesling αραιώμα των βλαστών από 36 στους 16 ανά μέτρο γραμμής προκάλεσε αύξηση των ταξιανθιών ανά βλαστό (Reynolds κ.ά. 1994α).

Το κορυφολόγημα αφορά την αφαίρεση της αυξανόμενης κορυφής του βλαστού και, ανάλογα με τον αριθμό των νεαρών φύλλων που απομακρύνονται, διακρίνεται σε ελαφρό (tipping), κατά το οποίο αφαιρείται ο επάκριος οφθαλμός και η νεαρή κορφή σε μήκος 8 cm, και σε αυστηρό (topping) κατά το οποίο αφαιρείται τμήμα μεγαλύτερο από 15cm (Coombe 1959).

Με το κορυφολόγημα επιδιώκεται η αύξησης της παραγωγής με τη βελτίωση του ποσοστού καρπόδεσης, την καλύτερη θρέψη των ταξιανθιών και την ομοιόμορφη ανάπτυξη των βλαστών με τον περιορισμό της κυριαρχίας της κορυφής.

Για παράδειγμα, κορυφολόγημα που έγινε κατά την άνθιση προκάλεσε αύξηση του αριθμού ραγών ανά ταξικαρπία από 10 έως 30% σε διάφορες ποικιλίες της ευρωπαϊκής αμπέλου (Coombe 1959) 20 έως 57% στις ποικιλίες CabernetSauvignon, Chardonnay και Tempranillo (CollinsandDry 2009) ενώ δεν είχε καμία επίδραση στην καρπόδεση της ποικιλίας Pinotnoir (Brown κ.ά. 1988).

Ανάλογα με την ποικιλία και την αμπελουργική περιοχή, κατάλληλος χρόνος εκτέλεσης του κορυφολογήματος είναι από την έναρξη άνθισης έως την πλήρηάνθιση και την καρπόδεση.

Το κορυφολόγημα συμβάλει θετικά όχι μόνο στην αύξησης της καρπόδεση αλλά και στη διαδικασία ανάπτυξης και διακλάδωση των βραχιόνων των καταβολών των ταξιανθιών εντός των λανθανόντων οφθαλμών και επόμενος στην εν δυνάμει αύξησης της παραγωγής του επομένου έτους (Dunnand Martin 2007).

Με τον γενικό ορό ξεφύλλισμα νοείται η αφαίρεση φύλλων από το βασικό τμήμα, και συγκεκριμένα από τη ζώνη καρποφορίας των βλαστών, κατά την περίοδο από την ολοκλήρωση της καρπόδεσης έως την έναρξη ωρίμανσης, με σκοπό τη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος για την ανάπτυξη και βελτίωση των ποιοτικών χαρακτήρων των σταφυλιών.

Το ξεφύλλισμα που γίνεται πριν ή κατά την άνθιση ονομάζεται πρώιμο, ενώ ονομάζεται όψιμο όταν γίνεται λίγο πριν και κατά το γυάλισμα. Ελαφρό ορίζεται το ξεφύλλισμα όταν διατηρούνται 1-2 φύλλα κάτω από την πρώτη σταφυλή και αυστηρό όταν αφαιρούνται όλα τα φύλλα κάτω και 1-2 πάνω από τη σταφυλή.

Το πρώιμο ή όψιμο ξεφύλλισμα δεν φαίνεται να επιδρούν στην αύξησης του μεγέθους των ραγών, ενώ το πολύ πρώιμο επιδρά αρνητικά τόσο στο ποσοστό καρπόδεσης όσο και στο τελικό μέγεθος των ραγών (OllatandGaudillere 1998).

Το ξεφύλλισμα αποτελεί ίσως το πιο σημαντικό από τα χλωρά κλαδέματα, γιατί επιδρά άμεσα και έμμεσα στην φωτοσύνθεση, μεταβάλλοντας τη συνολικό φιλική επιφανείαλλά και την αναλογία των ενεργών φωτοσυνθετικά φύλλων σε σχέση με τα νεαρά πράσινα φύλλα.

Επομένως, ανάλογα με τις ενδογενείς ιδιότητες της ποικιλίας, τον προορισμό χρήσης των σταφυλιών, τις εδαφοκλιματικές και καλλιεργητικές συνθήκες, την αυστηρότητα και την εποχή εφαρμογής, το ξεφύλλισμα επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό, ποσοτικά και ποιοτικά, την ηρτημένη παραγωγή αλλά και την παραγωγή της επομένης περιόδου βλάστησης.

1.5.9 Άρδευση

Η άμπελος είναι φυτό με μεγάλη προσαρμοστικότητα στις ξεροθερμικές συνθήκες, όπως αυτές την ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου, που αποτελεί και γενετικό κέντρο των ευρωπαϊκών οικολογικών αμπελών. Τα φυτά της άμπελος, προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις συνθήκες αυτές, ανέπτυξαν πλούσιο και εκτεταμένο ριζικό σύστημα ικανό να εισχωρεί βαθιά στο έδαφος, τροποποίησαν τους μορφολογικούς και ανατομικούς χαρακτήρες των φύλλων καθώς και τους φυσιολογικούς μηχανισμούς, μεταβολές που επέτρεψαν τη διαμόρφωση στρατηγικής για την αποφυγή της ξηρασίας (Lovisolo κ.ά. 2002).

Η πρόωμη σχετική έλλειψη νερού μετά την εκβλάστηση των λανθανόντων επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των ταξιανθιών, οι οποίες, εξαιτίας και της μείωσης της ζωηρότητας των βλαστών, είναι σε θέση να ανταγωνισθούν για την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων (Hale and Weaver 1962).

Σε εντεινόμενες συνθήκες έλλειψης νερού παρατηρείται ισχυρή μείωση της υδραυλικής αγωγιμότητας, της ικανότητας ανταλλαγής αέριων, της ταχύτητας της φωτοσύνθεσης, της συγκέντρωσης των σακχάρων και του φαινολικού χαρακτήρα των οίνων (Romero κ.ά. 2010).

Η άρδευση στοχεύει στην αναπλήρωση των απωλειών του εδαφικού νερού, οπότε ο χρόνος και η αρδευτική δόση εξαρτώνται από το βαθμό χρησιμοποίησης του νερού από τον αμπελώνα και την ποσότητα του διαθέσιμου νερού στην βιόσφαιρα. Η διαπνοή των φύλλων αποτελεί τη σπουδαιότερη συνιστώσα απώλειας νερού, η οποία εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και την έκθεση και συνολική επιφάνεια του φυλλώματος.

1.5.10 Καλλιέργεια του εδάφους

Στόχος είναι η καταστροφή ζιζανίων, η ενσωμάτωση της ετήσιας χημικής ή χλωρής λίπανσης, αύξηση της απορροφητικότητας και της υδατοϊκανότητας, βελτίωση της δομής εδάφους.

Η καλλιέργεια επηρεάζει τη μηχανική σύσταση του εδάφους κυρίως με την ελάττωση της συνεκτικότητας του καλλιεργουμένου στρώματος, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται βαρέως τύπου μηχανήματα για τη φυτοπροστασία και τον μηχανικό τρύγο. Ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους, η ελάττωση της συνεκτικότητας συνοδεύεται από αύξησης του όγκου, που μπορεί να φθάσει μέχρι 16% σε ξηρά εδάφη και μέχρι 28% σε υγρά (Νταβίδης 1982).

Η ύπαρξη ζιζανιοχλωρίδας σε πεδινούς αμπελώνες ψυχρών περιοχών αυξάνει τις φθορές από ενδεχόμενο ανοιξιάτικου παγετού εξαιτίας της επίδρασης της στη θερμοκρασία του αέρα κοντά στην επιφάνει του εδάφους μέσω της διαπνοής, της ακτινοβολίας και του μονωτικού στρώματος που δημιουργείται από τη φυτική μάζα των ζιζανίων μεταξύ εδάφους αέρα.

Η αύξησης της υγρασίας του αέρα εξαιτίας της διαπνοής των ζιζανίων ευνοεί την ανάπτυξη των πρώτων μολυσμάτων από περονόσπορο, βοτρυτή και ωίδιο. Αναφέρεται σχετικά ότι η αύξησης της προσβολής από βοτρυτή σε αμπελώνες με ζιζανιοχλωρίδας υπερβαίνει το 35% (Νταβίδης 1982)

1.6 Ασθένειες

Η γενετική ποικιλομορφία της αμπέλου όπως εκφράζεται από τον μεγάλο αριθμό ειδών και ποικιλιών, η τεράστια γεωγραφική διασπορά σε διαφορετικά εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα και η εντατικοποίηση της καλλιέργειας έχουν δημιουργήσει ευνοϊκό περιβάλλον για την εμφάνιση ασθενειών και προσβολών από πολλά παθογόνα. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται μύκητες, ιοί, έντομα, ακάρεα και νηματώδεις, ενώ σημαντικές ζημιές προκαλούν και τα πουλιά.

Περονόσπορος

Ο περονόσπορος είναι μια από τις πιο σημαντικές ασθένειες της αμπέλου, έχει συνδυάσει το όνομα του με τις μεγαλύτερες καταστροφές του Ελληνικού αμπελώνα από το 1881 που εντοπίστηκε για πρώτη φορά στην Μεσσηνία. Προκαλείται από το φυκομύκητα *Plasmopara viticola*. Το παθογόνο σχηματίζει δυο ειδών αναπαραγωγικά όργανα, εγγενή και αγενή. Τα εγγενή σποριά του είναι τα ωσπόρια, που σχηματίζονται μέσα στους ιστούς των φύλλων και αποτελούν όργανα διατήρησης του παθογόνου κατά την χειμερινή περίοδο. Με τη

φυλλόπτωση, τα ανθεκτικά στο ψυχός ωσπόρια διατηρούνται στα υπολείμματα των φύλλωνμέσα στο έδαφος 1-3 έτη.

Στις νότιες περιοχές της Ελλάδος με τους ηπίους χειμώνες, το παθογόνο μπορεί να διατηρηθεί υπό μορφή μυκηλίου σε φύλλα που διατηρούνται πράσινα τη χειμερινή περίοδο (Παναγόπουλος 2007, Ρουμπος 1989).

Τα σποριά του παθογόνου βλαστάνουν όταν η σχετική υγρασία υπερβεί το 95% και η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται από 20-25°C. Οι συνθήκες αυτές, ιδιαίτερα της σχετικής υγρασίας, βρίσκονται σε υγρές και σκιερές περιοχές του αμπελώνα. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι συνθήκες που επικρατούν στον Ελληνικό αμπελώνα κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο είναι οι πλέον ευνοϊκές για την εκδήλωση επιδημίας περονόσπορου, ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες του Ιουλίου δρουν ανασχετικά στην εξάπλωση της ασθένειας (Ζάχος 1959).

Ωίδιο

Η ασθένεια γνωστή και ως χολέρα, οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe necator* (*Uncinulanecator*) που μεταφέρθηκε από την Βόρεια Αμερική στην Ευρώπη το 1845 και έκτοτε προκαλεί σημαντικές καταστροφές. Σε αρκετές αμπελουργικές περιοχές της χώρας είναι ίσως η πιο καταστροφική μυκητολογική ασθένεια της αμπέλου. Η μεγάλη ικανότητα μόλυνσης οφείλεται στο γεγονός ότι για να βλαστήσουν τα σποριά αρκεί σχετική υγρασία, μόνο 40%, που είναι συνήθως στην κάτω επιφάνεια του φύλλου εξαιτίας της διαπνοής, ακόμη κι όταν ο περιβάλλον αέρας είναι ξηρότερος (Pearson and Gohhen 1988).

Άριστες για την ανάπτυξη του μύκητα και τη μεγιστοποίηση της προσβολή θεωρούνται οι συνθήκες όπου η σχετική υγρασία ξεπερνά το 80% και η θερμοκρασία κοντά στους 25°C, ενώ υψηλότερες θερμοκρασίες είναι περιοριστικές.

Ο μύκητας προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του πρέμνου φύλλα, βλαστούς, ταξιανθίες και σταφυλές. Στα φύλλα, τα συμπτώματα εμφανίζονται και στις δυο επιφάνειες του ελάσματος με τη μορφή λευκής ή γκριζας σκόνης. Στους νεαρούς βλαστούς, τα συμπτώματα εμφανίζονται με τη μορφή ακανόνιστων καστανομέλανων κηλίδων μήκους περίπου 1 cm, οι οποίες, παραμένουν και στις κληματίδες. Οι προσβολές σε ράγες είναι πιο καταστροφικές γιατί ακολουθούνται από

δευτερογενείς προσβολές, κυρίως από βοτρυτή που εισέρχεται από τις σχισμές του φλοιού που προκαλεί το ωίδιο.

Οι ζημιές που προκαλούνται από το ωίδιο είναι σημαντικές ποσοτικά και ποιοτικά. Η μείωση της παραγωγής οφείλεται στην ξήρανση ποσοστού της φυλλικής επιφάνειας, στην ανθόρροια και την καρπόπτωση. Είναι γνωστό ότι κατά την οиноποίηση γλεύκη που προέρχονται από σταφυλές προσβεβλημένες από το ωίδιο ζυμώνονται δυσχερώς (Σουφλερός 2012).

Βοτρυτής

Ο μύκητας *Botrytis cinerea*, γνωστή και ως «τεφρά σήψη» προκαλεί σημαντικές ζημιές στην αμπελουργική παραγωγή, ποιοτικά και ποσοτικά.

Τα κονίδια του μύκητα βρίσκονται στον αμπελώνα καθ' όλη την διάρκεια του ετήσιου κύκλου και μπορούν να επιβιώσουν ακόμη και σε θερμοκρασίες -80°C , να μεταφερθούν με τον άνεμο σε πολύ μεγάλες αποστάσεις και να διατηρήσουν τη μολυσματική τους ικανότητα σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών ($1-30^{\circ}\text{C}$) και σε σχετική υγρασία 90% (Pearson and Gohhen 1998).

Ο μύκητας προσβάλλει διακρίτως όλα τα πράσινα όργανα του πρέμνου, όπως, φύλλα, νεαρούς βλαστούς, ταξιανθίες και σταφυλές, ενώ η ένταση της προσβολής εξαρτάται από το αναπτυξιακό στάδιο του οργάνου.

Οι μικρές πράσινες ράγες είναι πολύ ανθεκτικές στο μύκητα όχι όμως και οι ώριμες, ενώ τα φύλλα, καθώς αναπτύσσεται το μέγεθος του ελάσματος, καθίστανται περισσότερο ανθεκτικά, λόγω της συσσώρευσης της λιγνίνης και της τανίνης (Keller κ.ά. 2003).

1.6 Τρόπος διαχείρισης αμπελώνα

Ολοκληρωμένη Διαχείριση

Βασικές αρχές της Ολοκληρωμένης διαχείρισης είναι η ορθολογική χρήση των εισροών στην αμπελουργική παραγωγή ώστε να μην προκαλείται επιβάρυνση στο περιβάλλον και στον καταναλωτή και ταυτόχρονα να μειώνεται το κόστος παραγωγής, ώστε να αυξάνεται το αμπελουργικό εισόδημα, η προστασία των φυσικών πόρων και τέλος η διασφάλιση στις μελλοντικές γενιές ενός βιώσιμου περιβάλλοντος.

Βιολογική αμπελουργία

Προϊόντα υψηλής ποιότητας μπορεί να παραχθούν μόνο από έδαφος υγιές και γόνιμο, και βασικός παράγοντας της γονιμότητας του εδάφους είναι η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και όχι σε ανόργανα στοιχεία (Howard 1931).

Στόχοι της βιολογικής αμπελουργίας είναι η προστασία της ποιότητας του περιβάλλοντος και των υδάτων, η διατήρηση και βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, η διατήρηση της βιοποικιλότητας και η ολοκληρωμένη διαχείριση των εχθρών και ασθενειών της αμπέλου με την ενίσχυση του πληθυσμού των ωφέλιμων οργανισμών, χωρίς την χρήση χημικών ουσιών (Σταυρακάκης, 2010).

Οι εδαφικλιματικές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχημένη άσκηση της βιολογικής καλλιέργειας αμπέλου. Βασικές κατευθύνσεις στις διαχειρίσεις του εδάφους βιολογικού αμπελώνα αποτελούν η αύξηση της περιεκτικότητάς του σε οργανική ουσία, βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους, η ενίσχυση της γονιμότητας, η αύξηση του αριθμού και των ειδών των μικροοργανισμών, και η προστασία του εδάφους από διάβρωση, ώστε το ριζικό σύστημα να αναπτύσσεται σε ευνοϊκό περιβάλλον.

Ο Sekera (1977) έδειξε, πως εκφυλίστηκε η συμμετοχή των μικροοργανισμών κατά το γύρισμα ενός λιβαδιού σε χέρσο.

Στην περιοχή των ριζικών τριχιδίων και της καλύπτρας παρατηρούνται βλέννες, οι οποίες χρησιμεύουν ως χώρος ανάπτυξης για βακτήρια και ακτινομύκητες, τα οποία εμπλέκονται στην μεταβολή της ύλης (Pauli 1983).

Σύμφωνα με μια έρευνα του Nappi (1985) αποδείχθηκε ότι σε ένα έδαφος όπου προηγήθηκε χλωρή λίπανση υπήρξε ένας σημαντικά ανώτερος αριθμός σπορίων μυκόρριζας απ' ότι σε αντίστοιχο έδαφος χωρίς χλωρή λίπανση. Η πρόσθεση στο έδαφος αζώτου ή φωσφόρου σε ευδιάλυτη μορφή, τότε ελαττώνεται ο αριθμός των μυκόρριζων.

Βιοδυναμική αμπελουργία

Ο αυστριακός φιλόσοφος Rudolph Steiner (1861-1925) έφερε τον όρο βιοδυναμική όταν είπε ότι υπάρχουν και άλλα πράγματα που συντελούν στην ανάπτυξη της παραγωγής των φυτών εκτός από το φύτεμα και τη συγκομιδή. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα προβλήματα των ασθενειών και των παρασίτων, όπως και η μείωση της εδαφολογικής γονιμότητας, οφείλονται στη χρήση των τεχνητών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Από τότε που έδωσε μια σειρά διαλέξεων το 1924, η εργασία έχει συνεχιστεί και το βιοδυναμικό κίνημα έχει τους οπαδούς του σε όλο τον κόσμο. Οι οπαδοί της βιοδυναμικής πιστεύουν ότι η γη αρρωσταίνει και απαιτεί κάτι περισσότερο από τα οργανικά μέσα για να θεραπευθεί.

Απαιτείται μια ολιστική προσέγγιση που περιλαμβάνει τις πνευματικές και κοσμικές δυνάμεις, μαζί με διάφορες προετοιμασίες για την ενίσχυση των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών.

Το έδαφος είναι ζωντανό και κρατιέται στο ζωτικό του στάδιο με την ενσωμάτωση οργανικού λιπάσματος μέσω της κομποστοποίησης. Αυτό το υγιές, ζωντανό έδαφος παρέχει τρόφιμα που έχουν καλύτερη ποιότητα, αντίθετα από αυτή που παράγεται με τη χημική καλλιέργεια, που δίνει έμφαση στην ποσότητα (Αργύρης Τσακίρης, 2011).

Βασική κατεύθυνση αυτής της θεώρησης είναι η αποφυγή χημικών λιπασμάτων και κάθε είδους ουσιών που περιέχουν την κατάληξη -κτόνο, που είναι αντίθετη με τη φιλοσοφία της ζωής, το πρώτο συνθετικό της μεθόδου (βιο-). Η αξιοποίηση όλων των γήινων και συμπαντικών δυνάμεων είναι απαραίτητη για την επιτυχία των στόχων της βιοδυναμικής καλλιέργειας, αφού τα οφέλη από συγκεκριμένη γεωργική πράξη ενισχύονται ή μειώνονται από το χρόνο εκτέλεσης της σε σχέση με την κίνηση των πλανητών.

Έρευνες πραγματοποιήθηκαν, τα αποτελέσματα των οποίων συχνά διαφέρουν λιγότερο ή περισσότερο. Δεν υπάρχει όμως διαφωνία για τον σημαντικό θετικό ρόλο της βιοδυναμικής στη βελτίωση βασικών παραμέτρων του εδάφους και της λειτουργίας των πρέμων, βελτίωση που εκφράζεται στην ποιότητα των οίνων (Gehlen κ.ά. 1988, Bourguignon&Gabucci 2000, Reeve κ.ά. 2005).

Είναι σημαντικό να διευκρινισθεί εξ αρχής ότι η βιολογική και βιοδυναμική αμπελουργία δεν είναι μια απλή αντικατάσταση ή κατάργηση των μέσων παραγωγής, δηλαδή της χρήσης μηχανημάτων, λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και της συμβατικής αμπελουργίας, αλλά μια

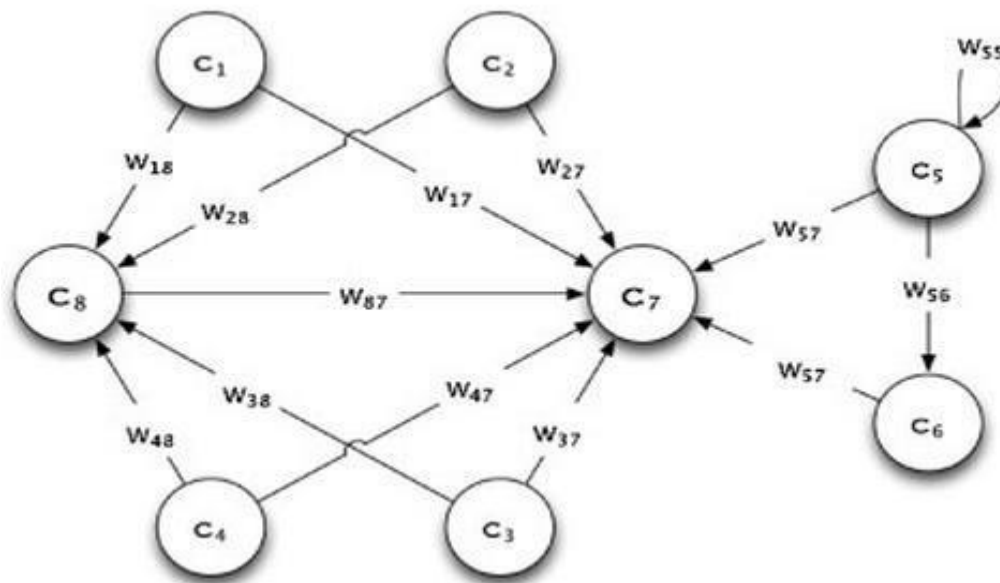
φιλοσοφική προσέγγιση της γεωργικής παραγωγής με απόλυτο σεβασμό στη διατήρηση της ισορροπίας του οικοσυστήματος.

1.7 Βασικές έννοιες των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων

Τα Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα (ΑΓΔ) είναι μια υπολογιστική μέθοδος που δίνει τη δυνατότητα αντιμετώπισης πολύπλοκων συστημάτων ακριβώς όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος, χρησιμοποιώντας δηλαδή μια συλλογιστική διαδικασία που μπορεί να περιλαμβάνει διαφορούμενες και αβέβαιες περιγραφές. Προσφέρουν λοιπόν μια οικονομική, ευέλικτη, ταχεία και ευπροσάρμοστη προσέγγιση σε μια πληθώρα προβλημάτων(μηχανικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά, ενεργειακά, αγροτικά κ.α.) τα οποία είναι εξαιρετικά πολύπλοκα και μια καθαρά μαθηματική προσέγγιση των οποίων θα ήταν χρονοβόρα, επίπονη και θα απαιτούσε τη σπατάλη πολλών πόρων. Τα ΑΓΔ αναπτύχθηκαν για να αντιπροσωπεύσουν τη σχέση αιτιότητας μεταξύ εννοιών-κόμβων, έρχονται δηλαδή να αναπαραστήσουν τη γνώση με ένα συμβολικό τρόπο και μοντελοποιήσουν τη συμπεριφορά συστημάτων που περιέχουν στοιχεία με πολύπλοκες σχέσεις, οι οποίες πολλές φορές μπορεί να είναι κρυμμένες ή δυσανάγνωστες.

Αυτή είναι και η ονοματολογία που χρησιμοποιείται πάντα ώστε να προσδιορίζεται η σχέση (διασύνδεση) μεταξύ δύο ή και περισσότερων στοιχείων (κόμβων) ενός Ασαφούς Γνωστικού Δικτύου (ΑΓΔ).

Στην εικόνα 2 φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η γραφική απεικόνιση των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων (ΑΓΔ).



Εικόνα 2: Γραφική απεικόνιση των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων (ΑΓΔ)

Οι σχέσεις μεταξύ των δύο κόμβων περιγράφονται με τη χρήση λεκτικών μεταβλητών, οι οποίες στη συνέχεια μετατρέπονται σε αριθμητικές τιμές στο διάστημα $[-1,1]$.

Κάθε διασύνδεση μεταξύ των δύο κόμβων καθορίζεται από το είδος και το βαθμό συσχέτισης. Το είδος της συσχέτισης περιγράφει αν η συσχέτιση είναι θετική, αρνητική ή δεν υφίσταται. Υπάρχουν τρεις πιθανοί τύποι συσχετίσεων μεταξύ των κόμβων:

- $W_{ij} > 0$, θετική αιτιότητα. Όταν αυξάνεται η τιμή του κόμβου C_i , αυξάνεται και η τιμή του κόμβου C_j , και αντίστοιχα όταν μειώνεται η τιμή του κόμβου C_i μειώνεται και η τιμή του κόμβου C_j .
- $W_{ij} < 0$, αρνητική αιτιότητα. Όταν αυξάνεται η τιμή του κόμβου C_i , μειώνεται η τιμή του κόμβου C_j , και όταν μειώνεται η τιμή του κόμβου C_i αυξάνεται και η τιμή του κόμβου C_j .
- $W_{ij} = 0$, μηδενική αιτιότητα. Δεν υφίσταται σχέση, μεταξύ του κόμβου C_i και του κόμβου C_j .

Η αριθμητική τιμή του βάρους κάθε διασύνδεσης W_{ij} μεταξύ των κόμβων C_i και C_j δείχνει το βαθμό που συσχετίζεται η τιμή της μεταβλητής του ενός κόμβου, με το υπολογισμό της μεταβλητής του αλληλοσυνδεόμενου κόμβου. Η αριθμητική τιμή κάθε βάρους διασύνδεσης W_{ij} ανήκει στο διάστημα $[-1,1]$.

Για τον υπολογισμό σε κάθε βήμα της προσομοίωσης, της νέα τιμή της μεταβλητής του κάθε κόμβου, A_i χρησιμοποιείται η εξής εξίσωση.

$$A_i(k+1) = f\left(A_i(k) + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n w_{ji} A_j(k)\right)$$

Η ανωτέρω εξίσωση συμπεριλαμβάνει την προηγούμενη τιμή της μεταβλητής του υπολογιζόμενου κόμβου (C_i)= $A_i(k)$ αλλά και τις αλληλοεπιδράσεις μεταξύ όλων των διασυνδεμένων κόμβων με το ανάλογο βάρος της αλληλοεπίδρασης.

Επίσης το αποτέλεσμα αθροίζεται και στη συνέχεια μια συνάρτηση συμπίεσης f το επεξεργάζεται και το μετατρέπει σε μια τιμή που ανήκει στο διάστημα $[0,1]$, Η μέθοδος αυτή περιγράφεται από την σιγμοειδή εξίσωση.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda x}}$$

2. ΥΛΙΚΑ και ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Ρομπόλα Κεφαλληνίας

Παλαιά λευκή ποικιλία οινοποίησης, γνωστή από τον 12^ο αιώνα. Κατά μια εκδοχή πρόκειται για γηγενή ποικιλία της Κεφαλονιάς, που μεταφέρθηκε στην Ιταλία (στην επαρχία Φρίουλι ως Ribollagiala), ακολουθώντας την πορεία του Μαλβαζία οίνου. Η δεύτερη εκδοχή αναφέρεται ότι είναι μη γηγενής ποικιλία όπου ήρθε με την κατάκτηση του νησιού από τους Ενετούς το 1550 (Σταυρακάκης 2010).

Ο λευκός ξηρός οίνος, πολύ λεπτός, φρουτώδης και ελαφρύς – που έχει το δικαίωμα της ονομασίας «ΡΟΜΠΟΛΑ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ» - προέρχεται από τα σταφύλια μιας από τις ευγενείς Ελληνικές ποικιλίες αμπέλου, της Ρομπόλας, που καλλιεργείται σε άγονο έδαφος των ορεινών αμπελώνων της Κεφαλληνίας και κυρίως στις πλαγιές του όρου Αίνου. Οι αμπελώνες αυτοί εκτείνονται σε συγκεκριμένο αριθμό κοινοτήτων, οι περισσότερες από τις οποίες ευρίσκονται στο οροπέδιο των Ομαλών και φθάνουν ως τα 600 μέτρα υψόμετρο αλλά μερικές φορές συναντάτε και σε υψόμετρο 900 μέτρων (Βόρειο Ανατολικά των Ομαλών στις πλαγιές του Αίνου. Κάτω από αυτές τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες, για να είναι δυνατή η κανονική ωρίμανση των σταφυλιών και η ισορροπημένη σύσταση του γλεύκους, επιβάλλεται η απόδοση των αμπελώνων να μην υπερβαίνει τα 750 kg ανά στρέμμα, η δε περιεκτικότητα του γλεύκους σε ζάχαρα να είναι ανώτερη από τα 190 g/l.

Η φυλλοξήρα εμφανίστηκε στην Κεφαλονιά αργά, το 1988, για αυτό υπάρχουν ακόμα ψηλά στον Αίνο αρκετά αμπέλια Ρομπόλας αυτορίζα και μεγάλης ηλικίας. Τα εδάφη στα οποία καλλιεργείται η Ρομπόλα είναι γενικώς ασβεστολιθικά και φτωχά. Ιδίως στις πλαγιές του Αίνου είναι τόσο φτωχά που οι Ιταλοί, όταν κατείχαν την Κεφαλονιά, ονόμαζαν το οίνο της Ρομπόλας "vino di sasso", δηλαδή "οίνο της πέτρας"(Συναιτερισμός ΡΟΜΠΟΛΑΣ).

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Ανάλογα με την κάθε επιμέρους πειραματική διαδικασία και τους παράγοντες που εξετάστηκαν σε αυτή, επιλέχθηκαν, συγκεκριμένα αμπελοτεμάχια που έγιναν οι μετρήσεις και καταγραφή των αμπελοκομικών πράξεων.

Αμπελοτεμάχια Ρομπόλας

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν συγκεκριμένα Αμπελοτεμάχια από τις περιοχές ΠΟΠ Ρομπόλα Κεφαλληνίας αλλά και από περιοχές εκτός της ζώνης. Πιο συγκεκριμένα, 2 αμπελοτεμάχια από τον κάμπο του Ελειού, που βρίσκεται εκτός ζώνης, 1 αμπελοτεμάχιο από τον ημιορεινό κάμπο της ζώνης στην περιοχή Μιτακάτα και 3 αμπελοτεμάχια από την ορεινή περιοχή Φαγιάς της ζώνης ΠΟΠ.

Όλη η έκταση καλλιέργειας της ρομπόλας είναι στο νότιο κεντρικό τμήμα της Κεφαλονιάς σε υψόμετρα από 175μ έως και 800μ. Περιλαμβάνει το οροπέδιο των Ομαλών (Άγιος Ελευθέριος, Βαλασαμάτα & Φραγκάτα, Επανοχώρι, Μιχάτα) και ανατολικά του τις δυτικές - νοτιοδυτικές πλαγιές του Αίνου (1628μ). Από το κατάφυτο με αμπέλια και ελιές οροπέδιο, που έχει μέσο υψόμετρο 390μ, η ζώνη της ρομπόλας κατηφορίζει προς τις ορεινές κοινότητες του Αργοστολίου βορειοδυτικά (Δαυγάτα, Διλινάτα, Φαρακλάτα) και νοτιοδυτικά (Δεμουτσανάτα & Μιτακάτα, Τρωϊανάτα) και νότια προς την περιοχή της Λειβαθούς (Βλαχάτα, Μουσάτα, Περατάτα), όπου και έχει ως νότιο και χαμηλότερο όριο τον κεντρικό δρόμο Αργοστολίου Ελειού-Πρόννων.

Τα αμπελοτεμάχια μελετήθηκαν και καταγράφηκαν σύμφωνα με την περιοχή:

Πίνακας1: Αμπελοτεμάχια Ρομπόλας

Ελειός 1 ^ο	Ελειός 2 ^ο	Μιτακάτα	Φαγιάς 1 ^ο	Φαγιάς 2 ^ο	και Φαγιάς 3 ^ο .
-----------------------	-----------------------	----------	-----------------------	-----------------------	-----------------------------

Αμπελοτεμάχια Ζακυνθινού

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν συγκεκριμένα πέντε αμπελοτεμάχια για την ποικιλία Ζακυνθινό από την περιοχή Ελειού-Πρόννων. Άγνωστη ποικιλία στον κόσμο ακόμα και του οίνου.

Η συγκεκριμένη ποικιλία αναφέρεται ότι προέρχεται από το ομόνυμο νησι Ζάκυνθος, όπου μεταφέρθηκε από μοναχούς το 15^ο αιώνα λίγο πριν πέσει το νησί στους Οθωμανούς (Ι.Μ. Αγίου Διονυσίου Βαλεριάνο).

Τα αμπελοτεμάχια μελετήθηκαν και καταγράφηκαν σύμφωνα με τον τρόπο καλλιέργειας :

1 ^ο ΒΙΟ	2 ^ο ΒΙΟ	3 ^ο ΒΙΟ	1 ^ο ΣΥΜΒ	2 ^ο ΣΥΜΒ
--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------------

2.3 Φαινολογικές παρατηρήσεις

Άνθιση

Στην αμπελοκομική πράξη με τον ορό άνθιση νοείται η πλήρης άνθιση και θεωρείται το στάδιο εκείνο κατά το οποίο έχουν αποπέσει το 75% των πιλιδίων. Η διάρκεια της άνθισης κυμαίνεται από τέσσερις έως έξι μέρες και επηρεάζεται από την θερμοκρασία και την ηλιοφάνεια. Θερμός καιρός και μεγάλη ηλιοφάνεια επιταχύνουν τόσο την έναρξη άνθισης, όσο και την διάρκεια της (Σταυρακάκης 2004).

Ωρίμανση

Η έναρξη της ωρίμανσης προσδιορίζεται από τη φάση περκασμού. Ειδικότερα το πράσινοχρώμα των ραγών δίνει τη θέση του στο χαρακτηριστικό χρώμα ποικιλίας. Εκτός από την αλλαγή του χρωματισμού, οι ράγες γίνονται πιο μαλακές και ελαστικές και εμπλουτίζονται ιαπότομα σε σάκχαρα, ενώ παρατηρείται μείωση της οξύτητας. Η πλήρης (τεχνολογική) ωρίμανση αντιστοιχεί στη στιγμή κατά την οποία η σταφυλή μιας ποικιλίας δίνει γλεύκος, της οποίας η χημική σύσταση είναι κατάλληλη για τον τύπο του οίνου που πρόκειται να παραχθεί. Γίνεται αντιληπτό, ότι η τεχνολογική ωριμότητα είναι ένα συμβατικό κριτήριο, που μεταβάλλεται ανάλογα με τον προορισμό των παραγόμενων σταφυλιών κάθε ποικιλίας (Σουφλερός, 2000).

2.4 Φαινοτυπικά χαρακτηριστικά και παρατηρήσεις

Ποώδεις βλαστός

Κατά την περίοδο της άνθισης, μετρήθηκαν ορισμένα χαρακτηριστικά του ποώδη βλαστού. Ειδικότερα, το μήκος του βλαστού και ο αριθμός των κόμβων του. Οι μετρήσεις έγιναν με υποδεκάμετρο, στο αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1^ο για τη ποικιλία Ρομπόλα και 3^ο ΒΙΟ για τη ποικιλία Ζακυνθινό.

Ταξιανθία

Η ταξιανθία στην άμπελο εμφανίζεται στον καρποφόρο βλαστό, πάνω στον κόμβο και απέναντι από φύλλο. Οι ευρωπαϊκές ποικιλίες αμπέλου συνήθως φέρουν δυο ταξιανθίες σε κάθε καρποφόρο βλαστό, ενώ τα αμερικανικά είδη συχνά εμφανίζουν περισσότερες από έξι ταξιανθίες (Σταυρακάκης, 1990). Η θέση της ταξιανθίας εξαρτάται από την ποικιλία. Τα χαρακτηριστικά της ταξιανθίας που μετρήθηκαν ήταν το μήκος της, για τα αμπελοτεμάχια Φαγιάς 1^ο και 3^ο ΒΙΟ αντίστοιχα της κάθε ποικιλίας και ήταν η πρώτη ταξιανθία του βλαστού.

Ποσοστό καρπόδεσης

Μέθοδος προσδιορισμού του ποσοστού καρπόδεσης

Ως ποσοστό καρπόδεσης ορίζεται το πηλίκο της διαίρεσης του αριθμού των ραγών προς τον αριθμό των ανθέων επί 100. Μια πρακτική μέθοδο προσδιορισμού του ποσοστού καρπόδεσης αποτελεί η ενσάκωση των ταξιανθιών πριν από την άνθιση, και ακολούθως η καταμέτρηση τόσο των πιλιδίων που έχουν πέσει όσο και των ραγών που βρίσκονται στις ταξικαρπίες. Οι Staudt (1973), Scolefield (1977), και May (2000), αναφέρουν ότι η ενσάκωση των ταξιανθιών δεν επηρεάζει την επικονίαση και την καρπόδεση.

Την περίοδο της άνοιξης, λίγο πριν την έναρξη της άνθισης, επιλέχθηκε μια ταξιανθία σε κύριο βλαστό ανά πρέμνο, συνολικά δέκατέσσερα πρέμνα για την ποικιλία Ρομπόλα και δεκατέσσερα πρέμνα για την ποικιλία Ζακυνθινό, για το αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1^ο για τη ποικιλία Ρομπόλα και 3^ο ΒΙΟ για τη ποικιλία Ζακυνθινό. Η ταξιανθία ήταν η πρώτη κάθε καρποφόρου βλαστού.

Οι ταξιανθίες τοποθετήθηκαν σε χάρτινα σακίδια τα οποία δέθηκαν στην βάση τους με ελαστική ταινία. Μετα την ολοκλήρωση της άνθισης, τα σακίδια αφαιρέθηκαν και επισημάνθηκε το

σημείο ένωσης της ταξικαρπίας με τον ποώδη βλαστό. Στην συνέχεια μετρήθηκε ο αριθμός των πηλιδίων που βρίσκονταν μέσα στα σακίδια και προσδιοριστικέ έτσι ο αριθμός των ανθιδίων για κάθε ταξιανθία. Μετα από διάστημα περίπου 60 ημέρων, οι ταξικαρπίες που είχαν επισημανθεί, συλλέχθηκαν και μετρήθηκε ο αριθμός των ραγών τους (Shavrukovetal., 2003).

2.5 Τεχνολογικά χαρακτηριστικά του γλεύκους

Για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του γλεύκους, κατά την περίοδο ωρίμανσης, πραγματοποιήθηκαν έξι δειγματοληψίες. Συλλέχθηκαν ράγες από το κάθε αμπελοτεμάχιο ξεχωριστά με τυχαίο τρόπο. Το κάθε δείγμα αποτελείτο από 200 ράγες, οι οποίες προέρχονταν από το ανώτερο, το μεσαίο και το κατώτερο τμήμα των σταφυλιών και από διαφορετικές θέσεις επί των πρέμων. Οι ράγες πολτοποιήθηκαν σε μίξερ και μετα τη διαύγαση του σταφυλοπολτού, παραλήφθηκε το γλεύκος. Σε κάθε δείγμα μετρήθηκε η περιεκτικότητα σε σάκχαρα (Brix) και η οξύτητα (gr/lιτρυγικούοξέος).

Σάκχαρα

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των σακχάρων στο γλεύκος έγινε με τη χρήση διαθλασίμετρου χειρός. Η λειτουργία του οργάνου στηρίζεται στην ιδιότητα του γλεύκους να διαθλά το φως, ανάλογα με το περιεχόμενο του σε διαλυτή ξηρή ουσία. Συμβατικά θεωρείται πως η ποσότητα της διαλυτής ξηρής ουσίας ισούται με την ποσότητα των σακχάρων. Η βαθμονομημένη κλίμακα του οργάνου είναι η κλίμακα Brix, σύμφωνα με την οποία 20°Brix σε θερμοκρασία 20°C, αναλογούν 20gr σακχάρων για κάθε 100gr διαλύματος. Για μετρήσεις σε θερμοκρασία διαφορετική από τους 20°C, έχουν κατασκευαστεί πίνακες που δίνουν τις διορθώσεις της θερμοκρασίας για τις διάφορες τιμές Brix.

Προσδιορισμός

Αρχικά μηδενίζεται το διαθλασίμετρο με απεσταγμένο νερό. Ρυθμίζεται έτσι ώστε, το όριο των δυο ζωνών διαφορετικής φωτεινότητας να βρίσκεται στο μηδέν της κλίμακας. Ακολούθως τοποθετείτε μια σταγόνα από το υπό εξέταση γλεύκος, στην σταθερή επιφάνεια του πρίσματος και κλείνει το κινητό τμήμα του. Το όργανο στρέφεται στο φως και σημειώνεται η ένδειξη. Στην συνέχεια μετράμε την θερμοκρασία του γλεύκους και γίνεται η διόρθωση της τιμής μέσω των πινάκων (Λαναρίδης 1992).

Ολική οξύτητα

Η ολική οξύτητα καθορίζεται από το σύνολο των καρβοξυλομάδων του γλεύκους και εξαρτάται αφενός από τη περιεκτικότητα και όχι το είδος των οργανικών οξέων και αφετέρου από τη περιεκτικότητα σε ανόργανα ανιόντα και κατιόντα. Ο προσδιορισμός της ολικής οξύτητας έγινε με χρήση δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και βασίζεται στην ογκομέτρηση των οξέων του γλεύκους με προσθήκη τιτλοδοτημένου αλκαλικού διαλύματος. Αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν, διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 0.1N και αλκοολικό διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 1%.

Προσδιορισμός

Σε μια κωνική φιάλη των 250ml προστίθεται 10 ml απεσταγμένου νερού, 10 ml γλεύκους και 2-3 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης. Έπειτα γίνεται ογκομέτρηση με το διάλυμα NaOH 0.1N μέχρι την αλλαγή του χρώματος. Στις λευκές ποικιλίες ο μεταχρωματισμός γίνεται από λευκό σε ανοιχτό ερυθρό, ενώ στις έγχρωμες γίνεται από ερυθρό σε ιώδες. Ο μεταχρωματισμός σηματοδοτεί και το τέλος της εξουδετέρωσης, οπότε σημειώνονται τα ml του NaOH που καταναλωθήκαν.

Αν x τα ml NaOH που καταναλωθήκαν, τότε η ολική οξύτητα δίνεται από τη σχέση $A=10*x(\text{meq/l})$ και εκφρασμένη σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο γλεύκους από τη σχέση $A=0.75*x(\text{gr/lτρυγικούοξέος})$. Για μεγαλύτερη ορθότητα των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκαν δυο ογκομετρήσεις σε κάθε δείγμα και υπολογίσθηκε ο μέσος όρος των δυο τιμών (Λαναρίδης, 1993).

2.6 Κλίμα – Τοπογραφία- Αμπελουργικές πράξεις

Για τον προσδιορισμό της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας καταγράφηκαν τα δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό Φαρακλάτων. Για τις τοπογραφικές διαφορές κάθε τεμαχίου χρησιμοποιήθηκαν ειδικοί χάρτες από το διαδίκτυο. Όσο αφορά τις αμπελουργικές πράξεις που έλαβαν μέρος στο κάθε αμπελοτεμάχιο, έγινε καταγραφή των πράξεων στο πεδίο και συζήτηση με τον αμπελουργό.

2.7 Εφαρμογή Ασαφών Γνωστικών Δικτύων

Τα μαθηματικά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για την αμπελουργία και την οινοποιία δεν είναι πάρα πολλά και τα περισσότερα εστιάζουν σε μικρό χρονικό διάστημα ή σε μικρό αριθμό

παραγόντων και μεταβλητών που επηρεάζουν την ανάπτυξη και ωρίμανση των σταφυλιών από το αρχικό τους στάδιο (Μάιος μέχρι και την τεχνολογική ωρίμανση).

Μερικές συγκεκριμένες μαθηματικές μέθοδοι αναφέρονται εδώ.

Μία μέθοδος (Juan-Carlos Ferreretal. 2008) είναι η μεγιστοποίηση των διαδικασιών του τρύγου παίρνοντας υπόψην δύο μόνο παράγοντες, του εργατικού κόστους και την ποιότητα του σταφυλιού. Η μέθοδος της γραμμικής προσέγγισης προγραμματισμού για την απόφαση του πότε θα γίνει ο τρύγος. Μία quality loss function χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του πότε θα γίνει ο τρύγος καθώς και την ποιότητα του οίνου που θα περιμένα. Το μαθηματικό μοντέλο στηρίζεται σε θεωρία στατιστικής και δεν λαμβάνει υπόψη ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών που επηρεάζουν την όλη διαδικασία καλλιέργειας και συγκομιδής του σταφυλιού.

Μία άλλη εργασία (De Marchi 2007) προσεγγίζει με μαθηματικό τρόπο την παραγωγή του οίνου. Η μέθοδος βασίζεται στη θεωρία πιθανοτήτων και στατιστικής και εστιάζει κυρίως στη γευσιγνωσία. Στην ίδια εργασία αναδεικνύεται πόσο δυναμική και χαοτική είναι η όλη διαδικασία παραγωγής οίνου και ότι υπάρχει ανάγκη για την χρήση των μαθηματικών στη μελέτη παραγωγής του οίνου.

Ενώ τη μαθηματική μέθοδο της πολυπαραγοντικής ανάλυσης δεδομένων χρησιμοποιεί η μελέτη των (Cozzolinoetal. 2009) για την ανάλυση σταφυλιών και του οίνου. Και αυτή η μελέτη δεν λαμβάνει υπόψη όλες τις μεταβλητές και τους παράγοντες.

Σε αυτή την Μεταπτυχιακή εργασία παρουσιάζεται για πρώτη φορά ένα νέο μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιεί τα Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα (ΑΓΔ) για τη μελέτη συνολικής καλλιέργειας ενός αμπελώνα. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα ΑΓΔ για την μελέτη παραγωγής σταφυλιών και οίνου σε έντεκα (11) αμπελώνες της Κεφαλληνίας

Καταχωρήθηκαν σε πίνακες όλες οι ενέργειες-μεταβλητές-παράγοντες-διαδικασίες που αποτελούν μέρος της διαδικασίας παραγωγής ενός αμπελώνα. Στάλθηκαν στο εργαστήριο Αυτοματισμού και Ρομποτικής του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο Πατρών, όπου και χρησιμοποιώντας τη θεωρία των ΑΓΔ και το

software tool FCMTOOL που βασίζεται σε subroutines of MATLAB έγιναν μία σειρά από προσομοιώσεις (εικ. 5).

Λαμβάνοντας υπόψη τα συλλεγμένα δεδομένα από τους αμπελώνες της Κεφαλονιάς, χρησιμοποιώντας τα Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα και τα αποτελέσματα των εργασιών (Groupros 2016) αναπτύχθηκε ένα νέο ΑΓΔ. Προτείνονται οι εξής έννοιες :

C1: Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αμπελώνα

C2: Ύψόμετρο

C3: Προσανατολισμός

C4: Κλίση

C5: Κλιματολογικές συνθήκες του αμπελώνα περιοχής

C6: Ποικιλία Αμπέλου

C7: Ανθρώπινος Παράγοντας

C8: Έκταση σε m^2

C9: Ηλικία Αμπελώνα

C10: Λίπανση

C11: Άρδευση

C12: Κλάδεμα μόρφωσης

C13: Βλαστολόγημα

C14: Κορυφολόγημα

C15: Καλλιέργεια Εδάφους

C16: Ξεφύλλισμα

C17: Ζιζάνια

C18: Ασθένεια 1: Ωίδιο

C19: Ασθένεια 2: Βοτρύτης

C20: Ασθένεια 3: Περονόσπορος

C21: Βροχοπτώσεις πριν από τη συγκομιδή

C22: Στιγμή της συγκομιδής

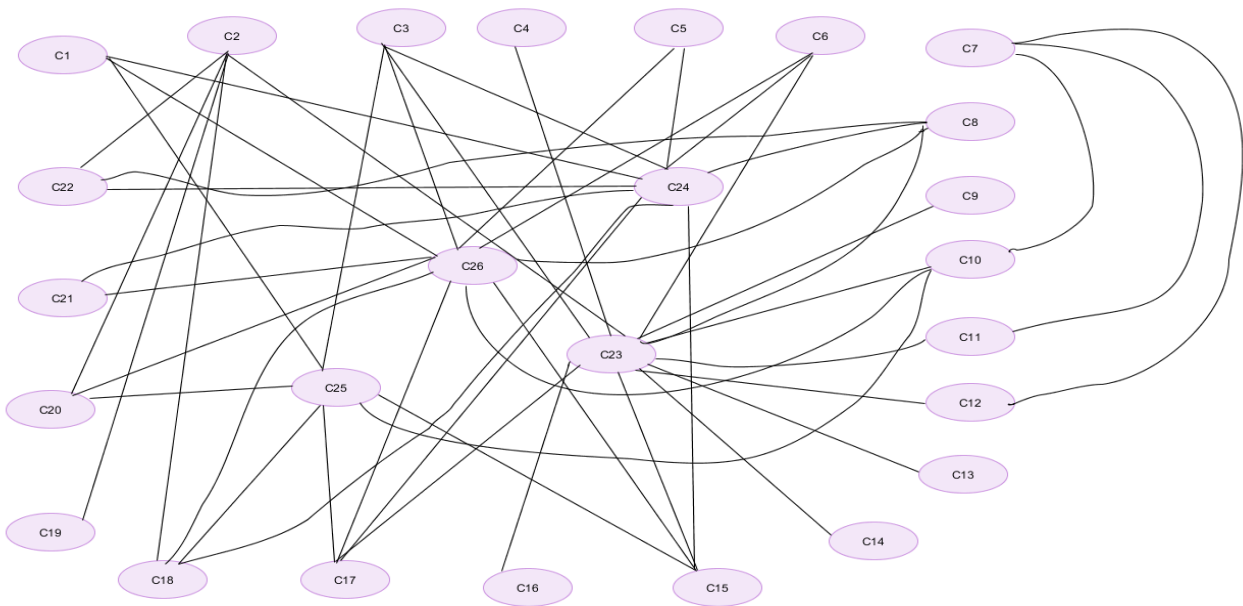
Έξοδοι

C23: Ποσότητα σταφυλιού

C24: Ποιότητα σταφυλιού 1-Σάκχαρα

C25: Ποιότητα σταφυλιού 2-Οξέα

C26: Ποιότητα σταφυλιού 3-Επίπεδο pH



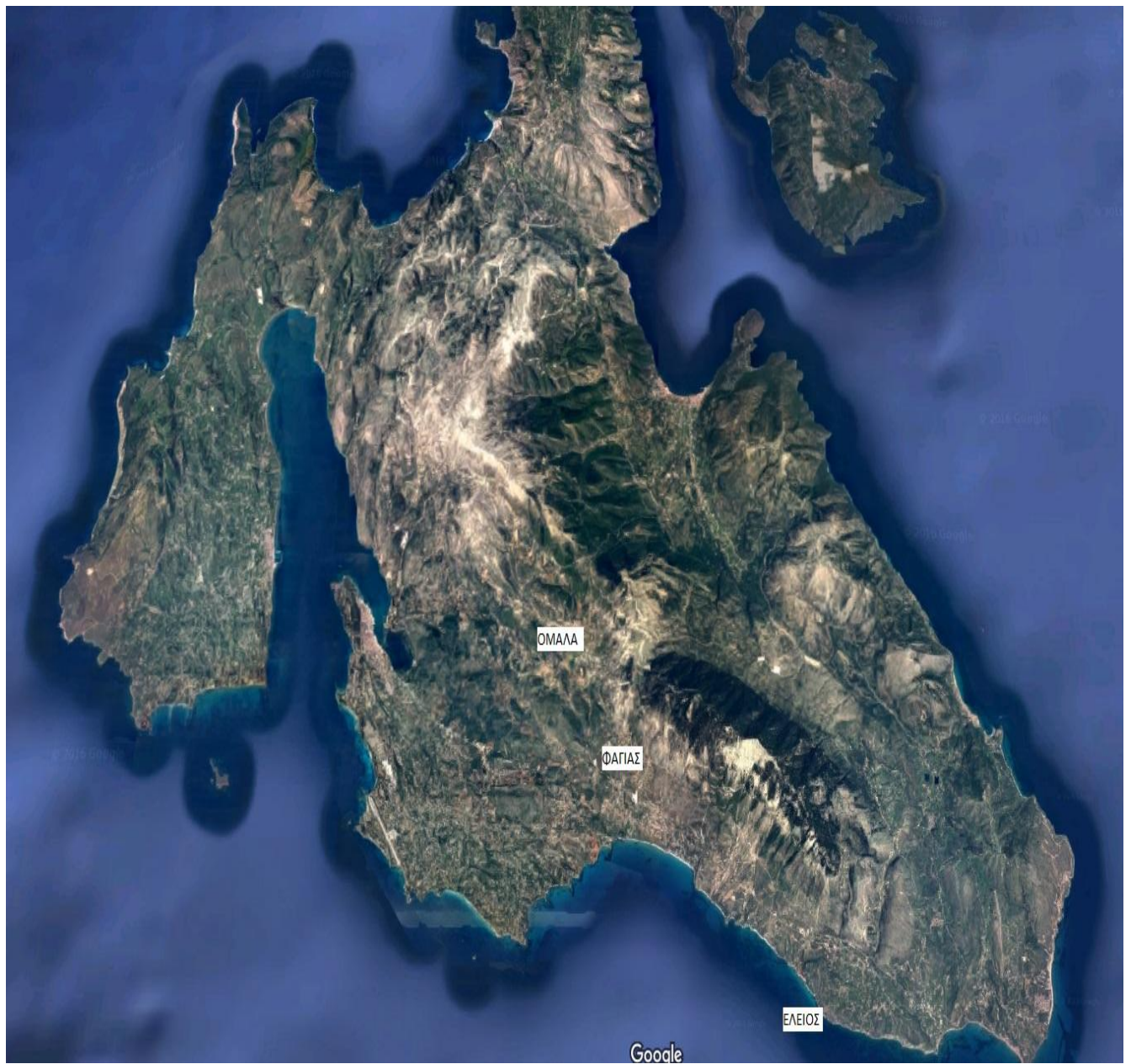
Εικόνα 5: Απεικόνιση του ΑΓΔ που χρησιμοποιήθηκε για συγκεκριμένη μελέτη

Πίνακας 3: Λεκτικές αλληλοεπιδράσεις μεταξύ των Εννοιών - Concepts

	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
C					W	V	M		M								M	M	M			M	W	M	W

C 2 1	W															M	M	M			M	S	V S	V S
C 2 2	W							M								M	M	M			M	M	S	V S
C 2 3																								
C 2 4																								
C 2 5																								
C 2 6																								

Σημείωση:
 VW: Very Week
 W: Week
 M: Medium
 S: Strong
 VS: Very Strong



Εικόνα 6: Δορυφορική φωτογραφία Κεφαλονίας

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Ποικιλία Ρομπόλα

Πίνακας 4: Φαινολογικά Στάδια

ΕΝΑΡΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	18 ΜΑΡΤΙΟΥ
ΠΛΗΡΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣ	15 ΑΠΡΙΛΙΟΥ
ΕΝΑΡΞΗ ΑΝΘΙΣΗΣ	15 ΜΑΙΟΥ
ΠΛΗΡΗΣ ΑΝΘΙΣΗ	17 ΜΑΙΟΥ
ΕΝΑΡΞΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ	14 ΙΟΥΛΙΟΥ
ΠΛΗΡΗΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗ	20 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ

Πίνακας 3: Μ.Ο. Θερμοκρασίας έτους 2016

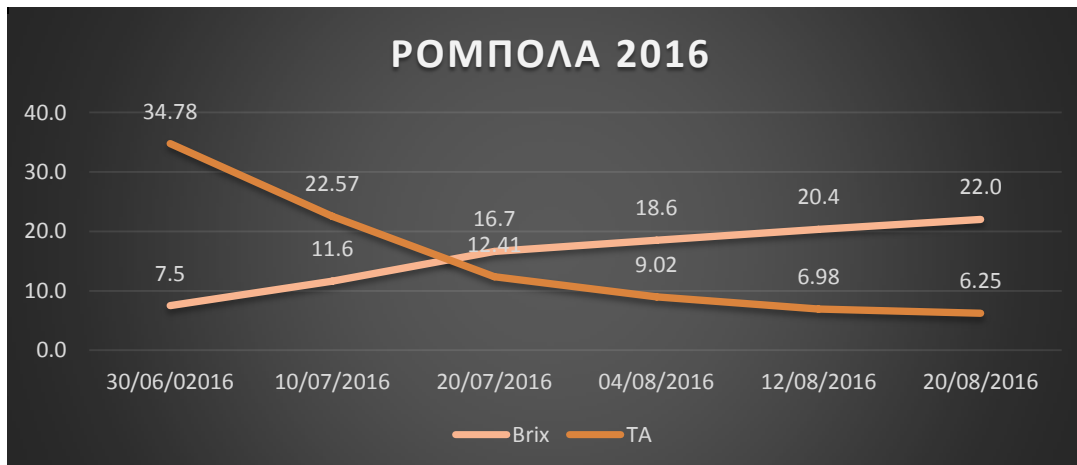
Μάρτιο-Απρίλιος	16,5
Μάιος-Ιούνιος	25,3
Ιούλιος-Αύγουστος	29,0

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά βλαστού και ταξιανθίας στη φάση της άνθισης

ΦΑΓΙΑΣ 1 ^ο	ΜΗΚΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΑΣ (cm)	15.87
	ΚΟΜΒΟΙ ΒΛΑΣΤΟΥ	17.64
	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ (cm)	141.48

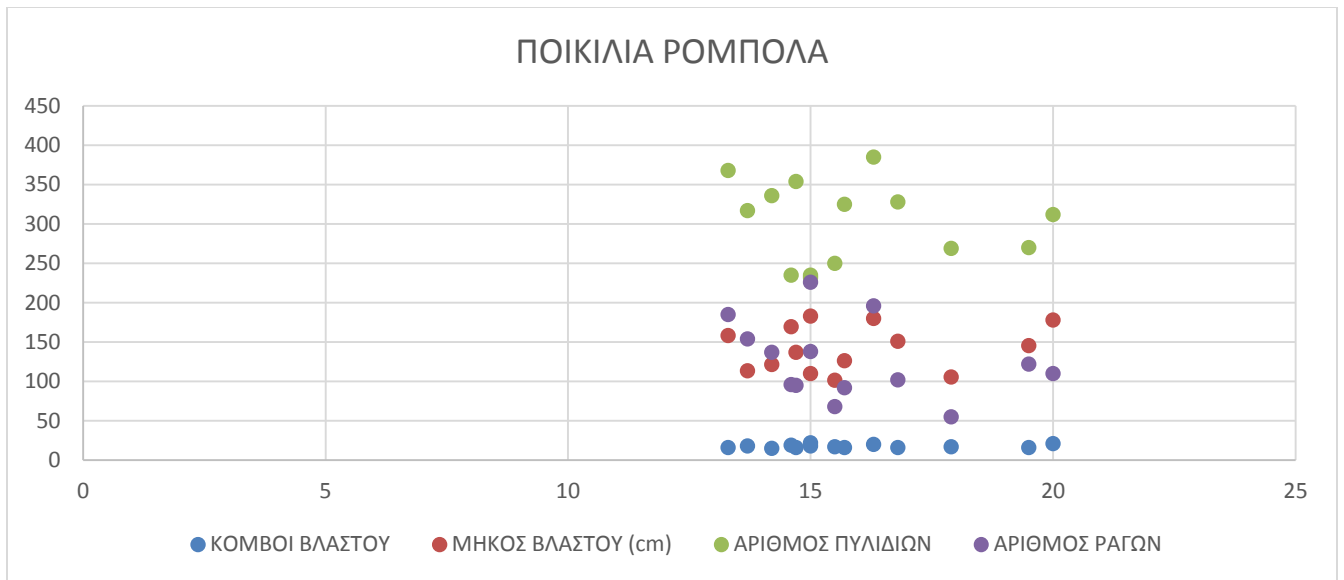
Πίνακας 5: Τεχνολογικά χαρακτηριστικά του γλεύκου

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΑΚΧΑΡΑ	ΟΞΥΤΗΤΑ
30/06/2016	7.5	34.78
10/07/2016	11.6	22.57
20/07/2016	16.7	12.41
04/08/2016	18.6	9.02
12/08/2016	20.4	6.82
20/08/2016	22.0	6.13



Γράφημα 1: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας της ποικιλίας Ρομπόλας, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΡΠΟΔΕΣΗΣ (%) : 42%



Γράφημα 2: Διασπορά για τα Φαινολογικά της Ρομπόλας



Εικόνα 2: Αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1ος χειμερινή περίοδο με χλωρά λίπανση



Εικόνα 3: Αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1ος περίοδο καλοκαιρινή



Εικόνα 4: Αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1ος περίοδο χειμερινή πριν το κλάδεμα καρποφορίας. Χλωρά λίπανση



Εικόνα 5: Αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1ος περίοδο άνοιξης. Ελαφρά καλλιέργεια εδάφους.



Εικόνα 6: Αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1ος περίοδο καλοκαιρινή μετά απο βλαστολόγημα και κορυφολόγημα.

3.2 Ποικιλία Ζακυνθινό

Πίνακας 6: Φαινολογικά Στάδια

ΕΝΑΡΞΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	26 ΜΑΡΤΙΟΥ
ΠΛΗΡΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣ	20 ΑΠΡΙΛΙΟΥ
ΕΝΑΡΞΗ ΑΝΘΙΣΗΣ	18 ΜΑΙΟΥ
ΠΛΗΡΗΣ ΑΝΘΙΣΗ	23 ΜΑΙΟΥ
ΕΝΑΡΞΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ	22 ΙΟΥΛΙΟΥ
ΠΛΗΡΗΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗ	6 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ

Πίνακας 7: Μ.Ο. Θερμοκρασίας έτους 2016

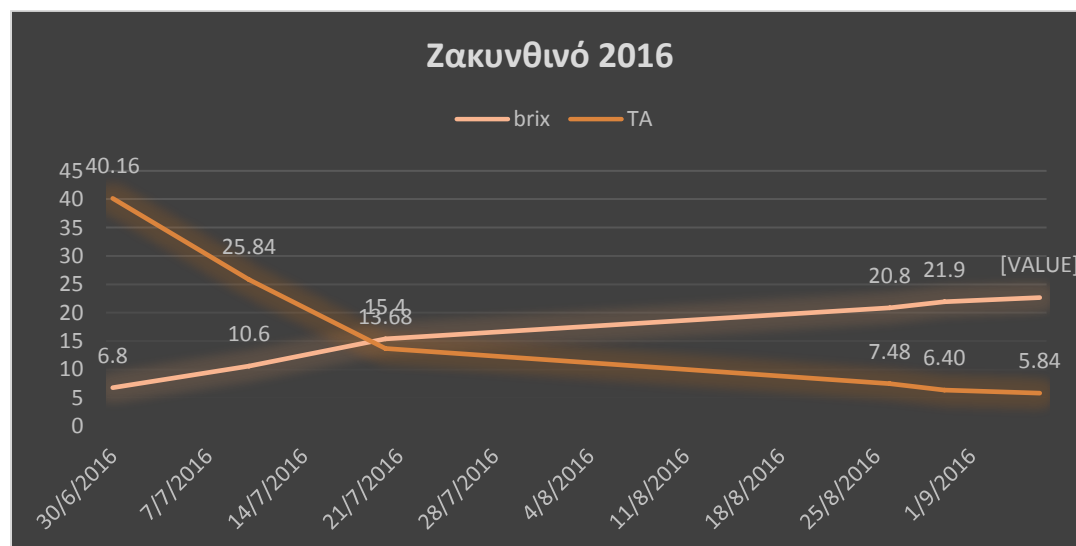
Μάρτιο-Απρίλιος	16,5 C°
Μάιος-Ιούνιος	25,3 C°
Ιούλιος-Αύγουστος	29,0 C°

Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά βλαστού και ταξιανθίας στη φάση της άνθισης

3 ^ο ΒΙΟ	ΜΗΚΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΑΣ (cm)	18.50
	ΚΟΜΒΟΙ ΒΛΑΣΤΟΥ	14.21
	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ (cm)	148.57

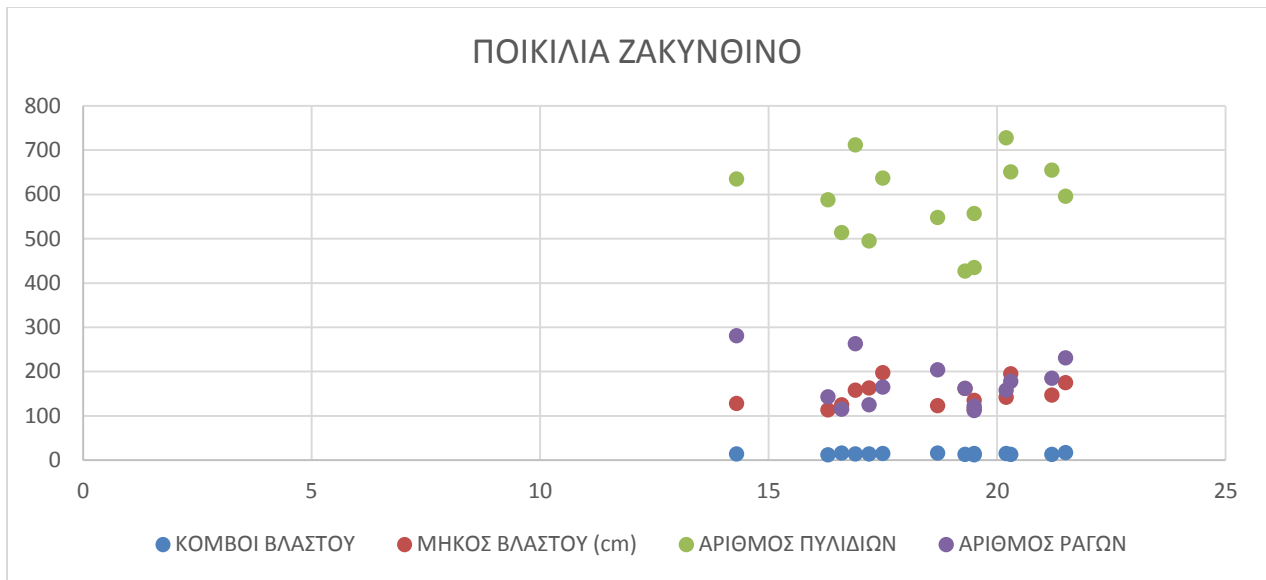
Πίνακας 9: Τεχνολογικά χαρακτηριστικά του γλεύκους

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΑΚΧΑΡΑ	ΟΞΥΤΗΤΑ
30/06/2016	6,8	40,16
10/07/2016	10,6	25,84
20/07/2016	15,4	13,68
26/08/2016	20,8	7,48
30/08/2016	21,9	6,40
06/09/2016	22,7	5,84



Γράφημα 3: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας της ποικιλίας Ζακυνθινό, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΡΠΟΔΕΣΗΣ (%) : 30%



Γράφημα4: Διασπορά των Φαινολογικών του Ζακυνθιού

3.3 Αμπελοτεμάχια ποικιλίας Ρομπόλας

Ελειός 1^ο με συντεταγμένες: 38°04'37.1"N 20°42'38.9"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 1,085m² με νότιο προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 146m, κλίση επίπεδο, συνολική βροχώπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 40 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελλο. Βιολογικό αμπελοτεμάχιο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: μηδενική

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: δεν έγινε

Καλλιέργεια εδάφους: δεν έγινε

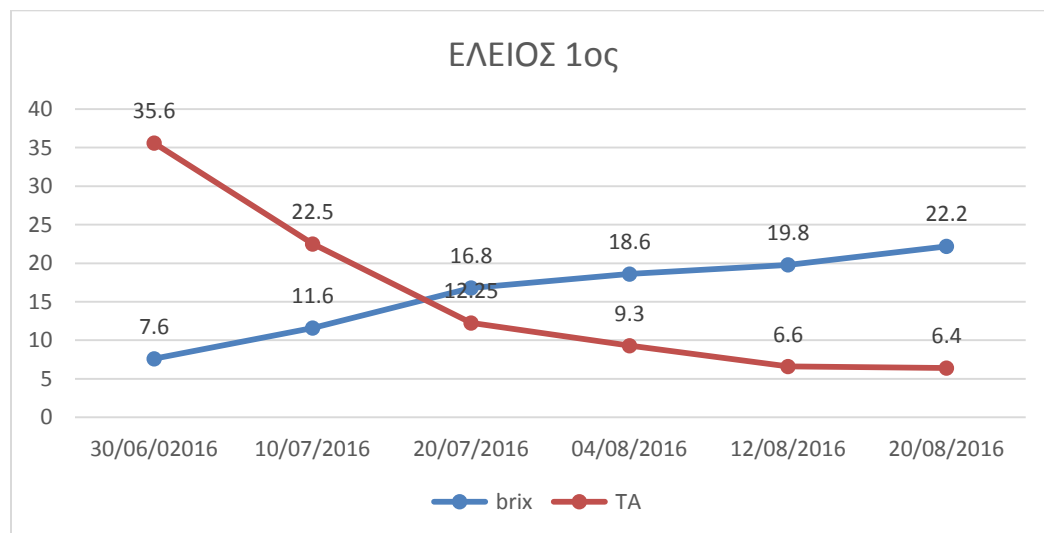
Ξεφύλλισμα: δεν έγινε

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 50% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 20%

Συνολικό βάρος: 512kg



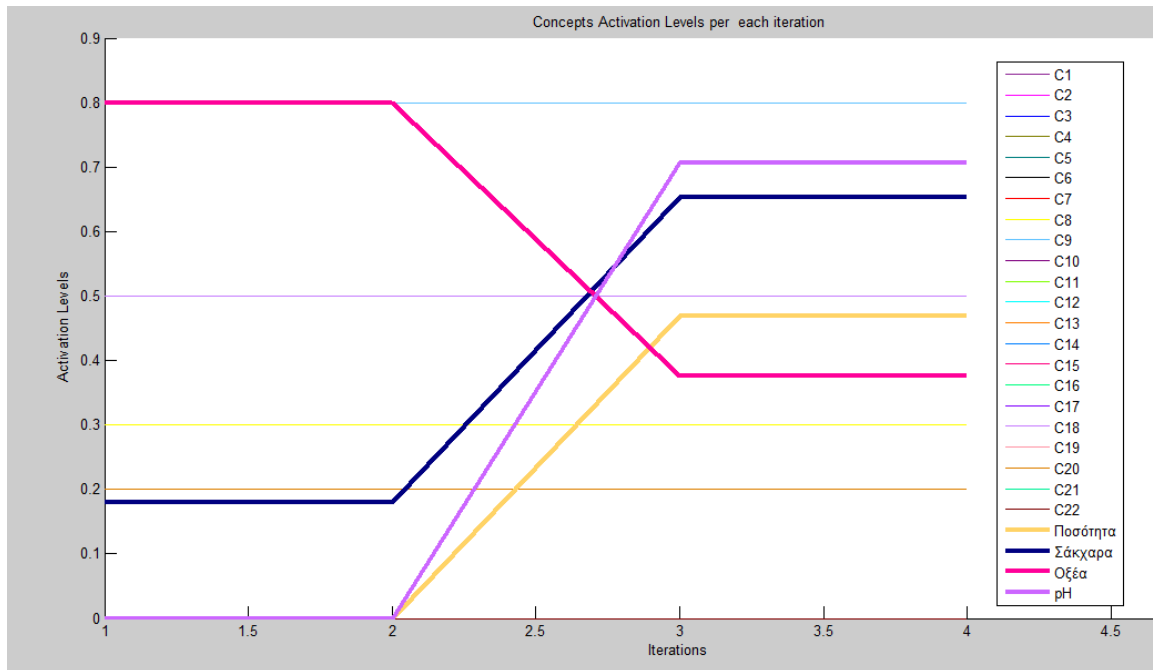
Γράφημα5: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου Ελειός 1ος, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Σάββατο 20 Αυγούστου 2016 με τιμές:

22,2°brix 6,4(g/L) pH: 3,34

Εφραμόζεται τρύγος διαλογής. Γίνονται τρεις πιέσεις και συνινοποίηση με τα αμπελοτεμάχια Ελειός 2^{ος} και Φαγιάς 3^{ος} για την δημιουργία συμβατικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 6: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο Ελειός 1ος

Έξοδοι: C23: 0.46///C24: 0.65///C25: 0.37///C26: 0.7

Ελειός 2^ο με συντεταγμένες: 38°04'38.5"N 20°42'36.9"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 2,199m² με ανατολικό προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 146m, κλίση επίπεδο, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 50 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο. Βιολογικό αμπελοτεμάχιο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: μηδενική

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: δεν έγινε

Καλλιέργεια εδάφους: δεν έγινε

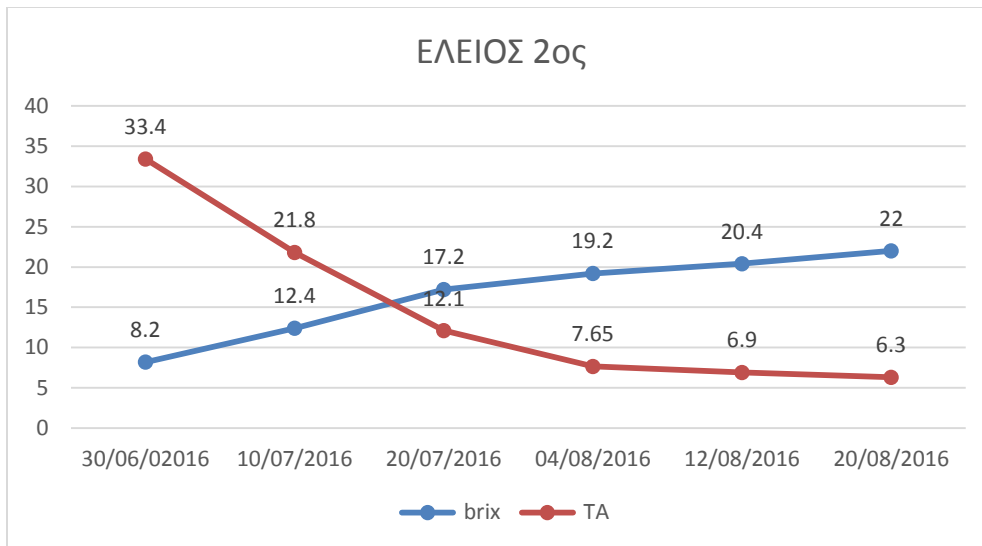
Ξεφύλλισμα: δεν έγινε

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 60% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 15%

Συνολικό βάρος: 985kg



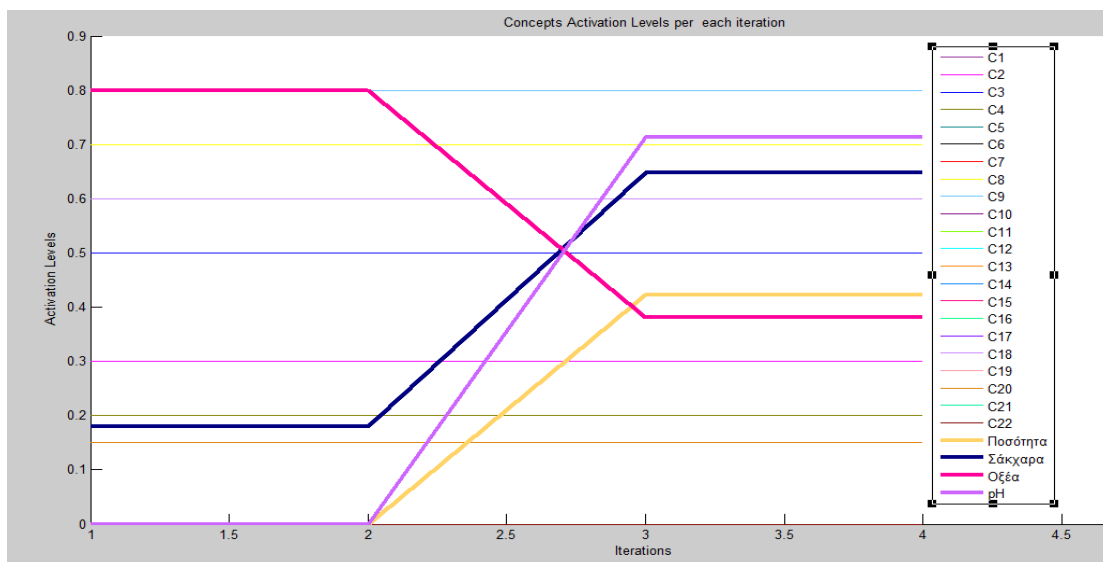
Γράφημα7: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου Ελειός 2ος, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Σάββατο 20 Αυγούστου 2016 με τιμές:

22° brix 6,3 (g/L) pH: 3.21

Εφαρμόζεται τρύγος διαλογής. Γίνονται τρεις πιέσεις και συνοινοποίηση με τα αμπελοτεμάχια Ελειός 1^{ος} και Φαγιάς 3^{ος} για την δημιουργία συμβατικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 8: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο Ελειός 2ος

Έξοδοι: C23: 0.43///C24: 0.64///C25: 0.38///C26: 0.71

Μιτακάτα με συντεταγμένες: 38°08'53.5"N 20°33'33.5"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 1,604m² με ανατολικό προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 235m κλίση επίπεδο, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Υποκείμενο 110R ηλικίας 15 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο. Βιολογικό αμπελοτεμάχιο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: κοπρία

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: ελαφρό

Καλλιέργεια εδάφους: ελαφρά

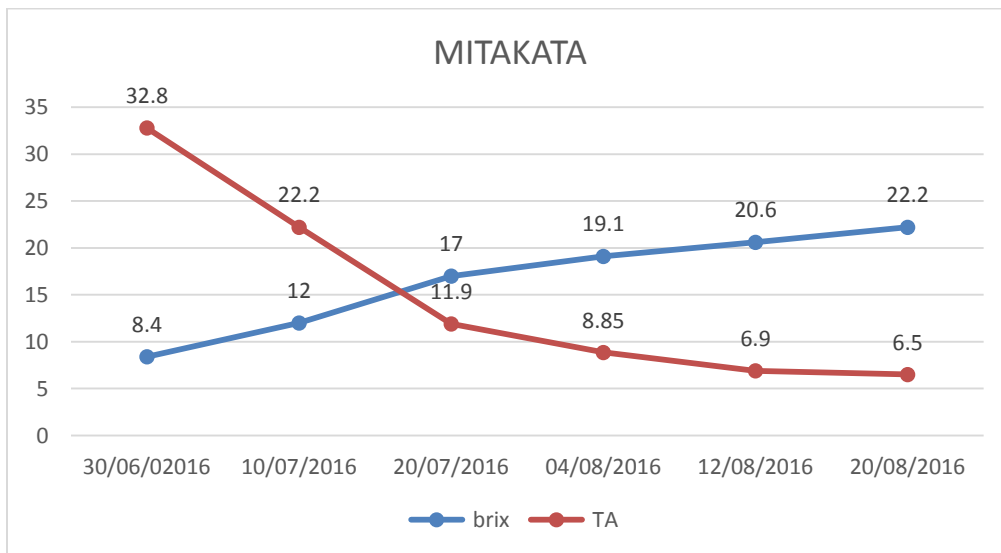
Ξεφύλλισμα: αυστηρό

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 40% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 7%

Συνολικό βάρος: 1,245kg



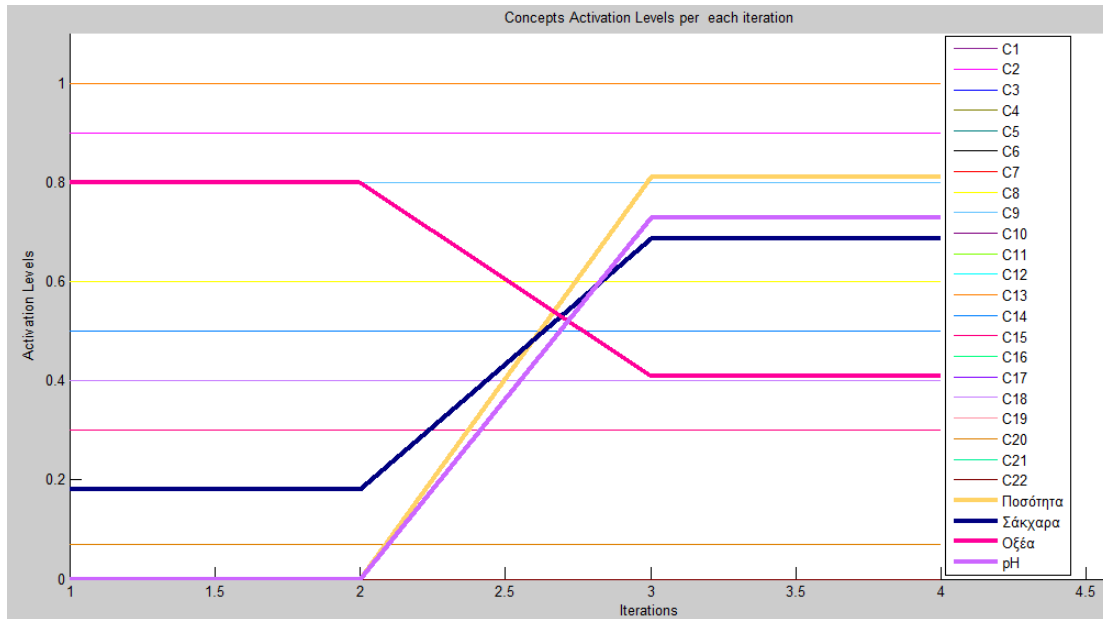
Γράφημα9: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου Μιτακάτα, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Τρίτη 16 Αυγούστου 2016 με τιμές:

21,4° brix 6,9 (g/L) pH: 3,4

Εφραμόζεται τρύγος διαλογής. Γίνεται μόνο μια πίεση και συνοينوποίηση με το αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1^{ος} για την δημιουργία Φυσικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 10: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο Μιτακάτα

Έξοδοι: C23: 0.8//C24: 0.68//C25: 0.41//C26: 0.72



Εικόνα7: Αμπελοτεμάχιο Μιτακάτα



Εικόνα8: Αμπελοτεμάχιο Μιτακάτα



Εικόνα20: Αμπελοτεμάχιο Μιτακάτα

Φαγιάς 1^ο με συντεταγμένες: 38°08'54.3"N 20°36'05.7"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 3,036m² με βόρειοανατολικό προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 580m, κλίση ελαφρά, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 55 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο. Βιολογικό - Βιοδυναμικό αμπελοτεμάχιο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση:οργανική

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: αυστηρό

Καλλιέργεια εδάφους: ελαφρά

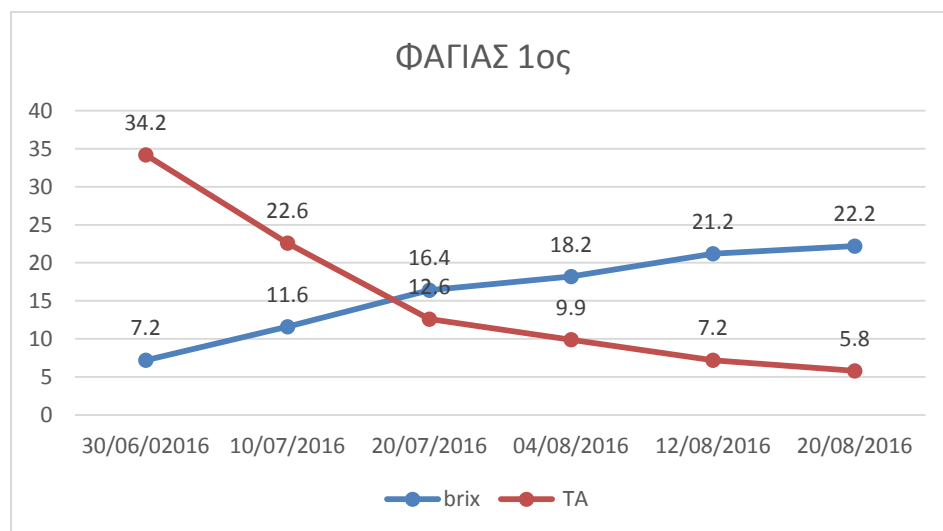
Ξεφύλλισμα: αυστηρό

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 20% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 4%

Συνολικό βάρος: 1,668kg



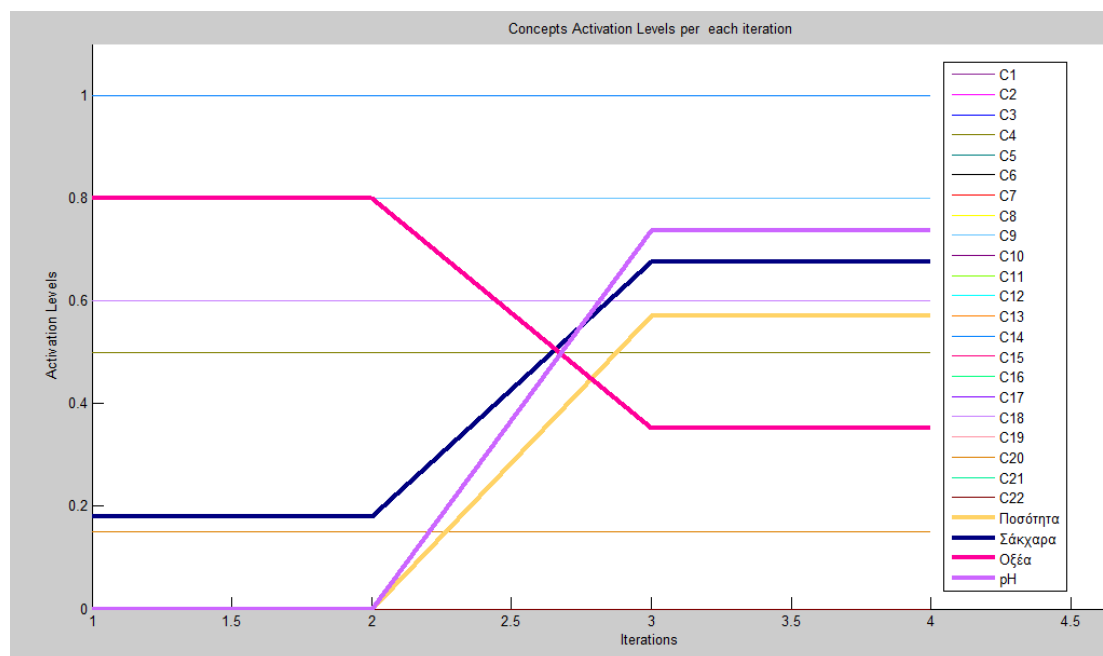
Γράφημα11: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου Φαγιάς 1ος, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Τρίτη 16 Αυγούστου 2016 με τιμές:

22° brix 6,8 (g/L) pH: 3,38

Εφραμόζεται τρύγος διαλογής. Γίνεται μόνο μια πίεση και συνοינוποίηση με το αμπελοτεμάχιο Μιτακάτα για την δημιουργία Φυσιικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 12: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1ος

Έξοδοι: C23: 0.57///C24: 0.67///C25: 0.35///C26: 0.74

Φαγιάς 2^ο με συντεταγμένες: 38°08'57.6"N 20°36'09.1"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 4,162m² με νότιοδυτικό προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 604m, κλίση μέτρια, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 40 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο. Βιολογικό αμπελοτεμάχιο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: οργανική

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: αυστηρό

Καλλιέργεια εδάφους: ελαφρά

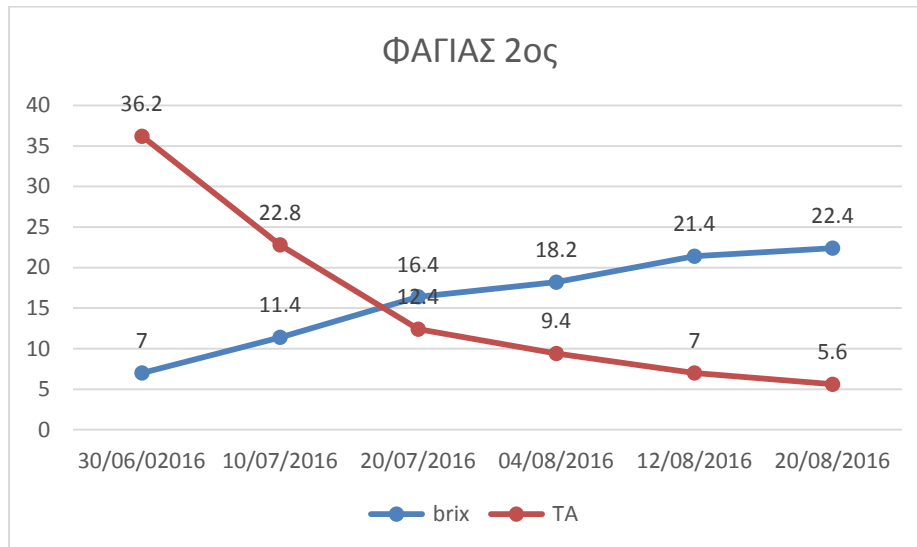
Ξεφύλλισμα: αυστηρό

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 20% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 6%

Συνολικό βάρος: 2,542kg



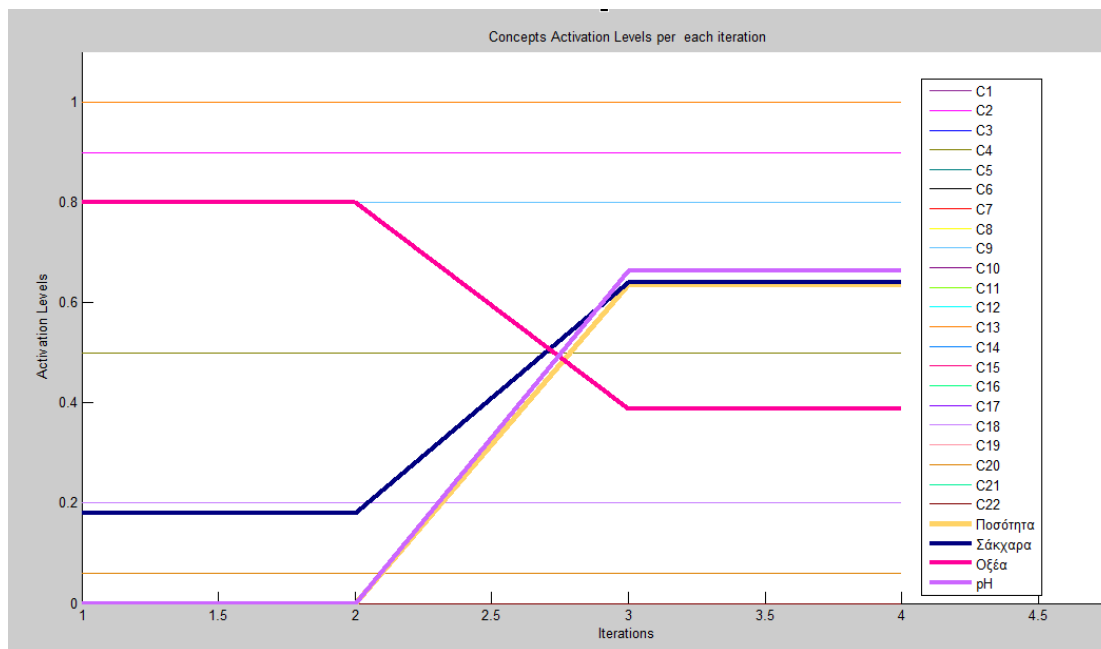
Γράφημα13: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου Φαγιάς 2ος, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Τρίτη 16 Αυγούστου 2016 με τιμές:

22,2°brix 6,6 (g/L) pH: 3,42

Εφραμόζεται τρύγος διαλογής. Γίνονται δύο πιέσεις και οινοποίηση μόνο του, για την δημιουργία Βιολογικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 14: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 2ος

Έξοδοι: C23: 0.63///C24: 0.64///C25: 0.39///C26: 0.66

Φαγιάς 3^ο με συντεταγμένες: 38°08'43.6"N 20°36'31.1"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 1,236m² με νότιο προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 470m, κλίση απότομη, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 36 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο. Μη βιολογικό αμπελοτεμάχιο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: ανόργανη και κοπριά

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: αυστηρό

Καλλιέργεια: ελαφρά

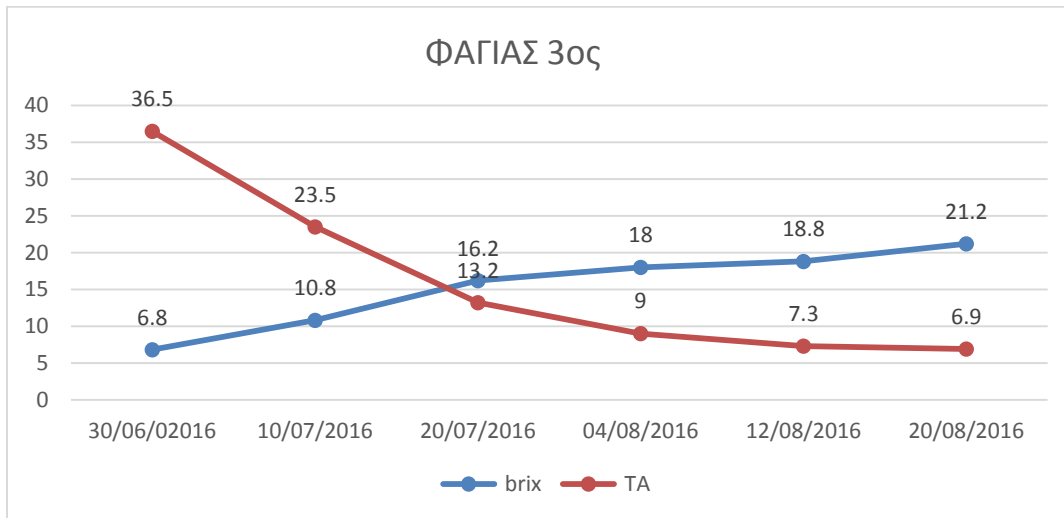
Ξεφύλλισμα: δεν έγινε

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά και μη

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 15% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 3%

Συνολικό βάρος: 1,030kg



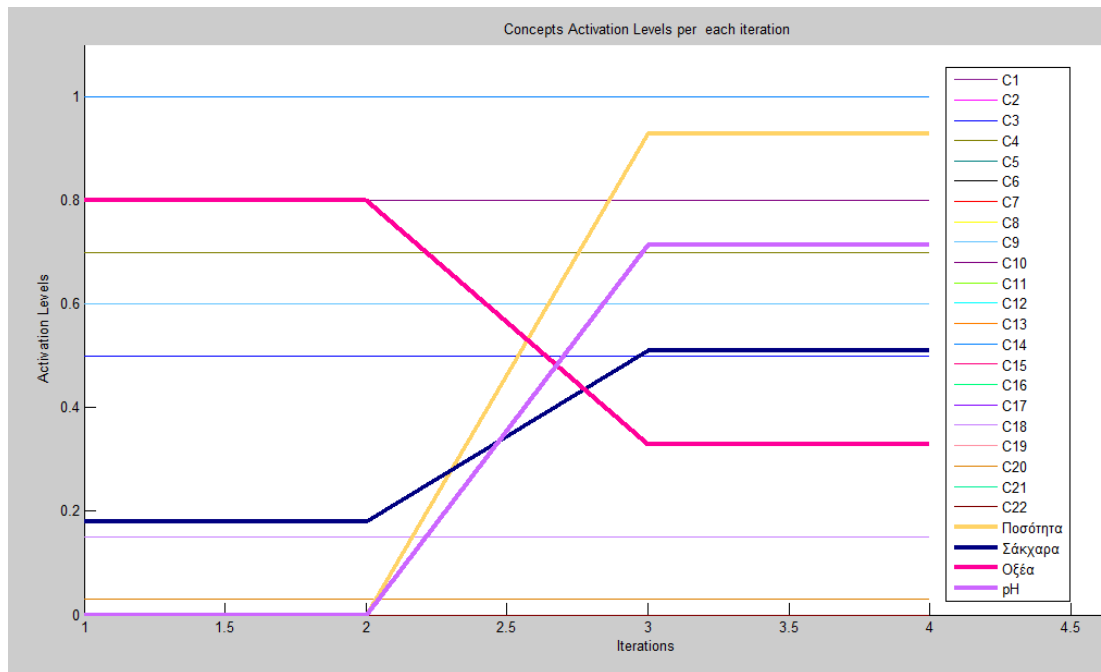
Γράφημα15: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου Φαγιάς 3ος, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Σάββατο 20 Αυγούστου 2016 με τιμές:

21,2° brix 6,9 (g/L) pH: 3,29

Τρύγος διαλογής δεν εφαρμόζεται. Γίνονται τρεις πιέσεις και συνοινοποίηση με τα αμπελοτεμάχια Ελειός 1^{ος} και Ελειός 2^{ος} για την δημιουργία συμβατικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 16: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 3ος

Έξοδοι: C23: 0.92///C24: 0.50///C25: 0.32///C26: 0.7



Εικόνα9: Αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 3ος



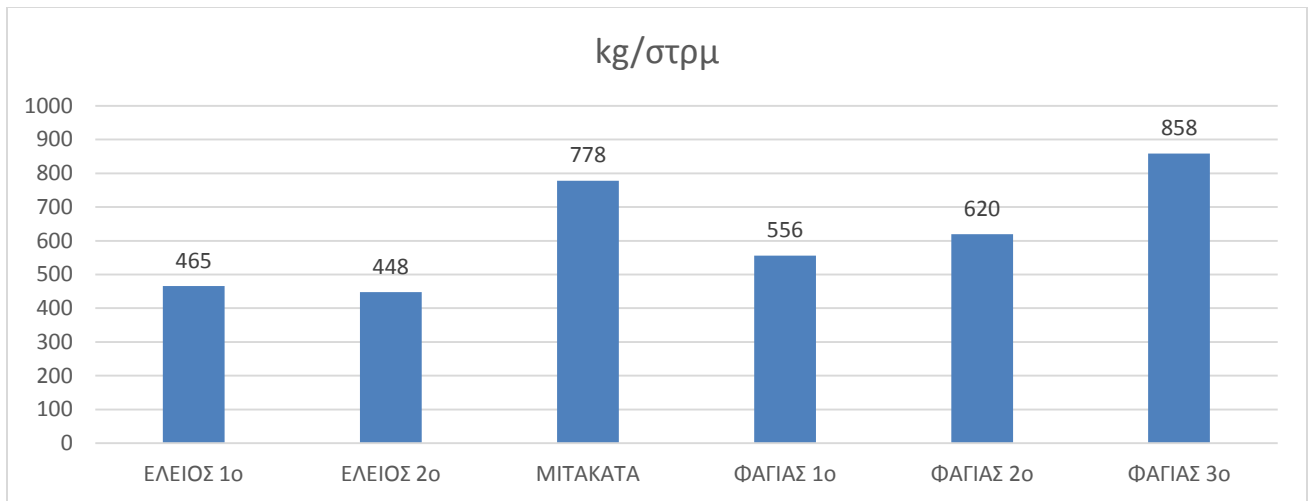
Εικόνα10: Αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 3ος



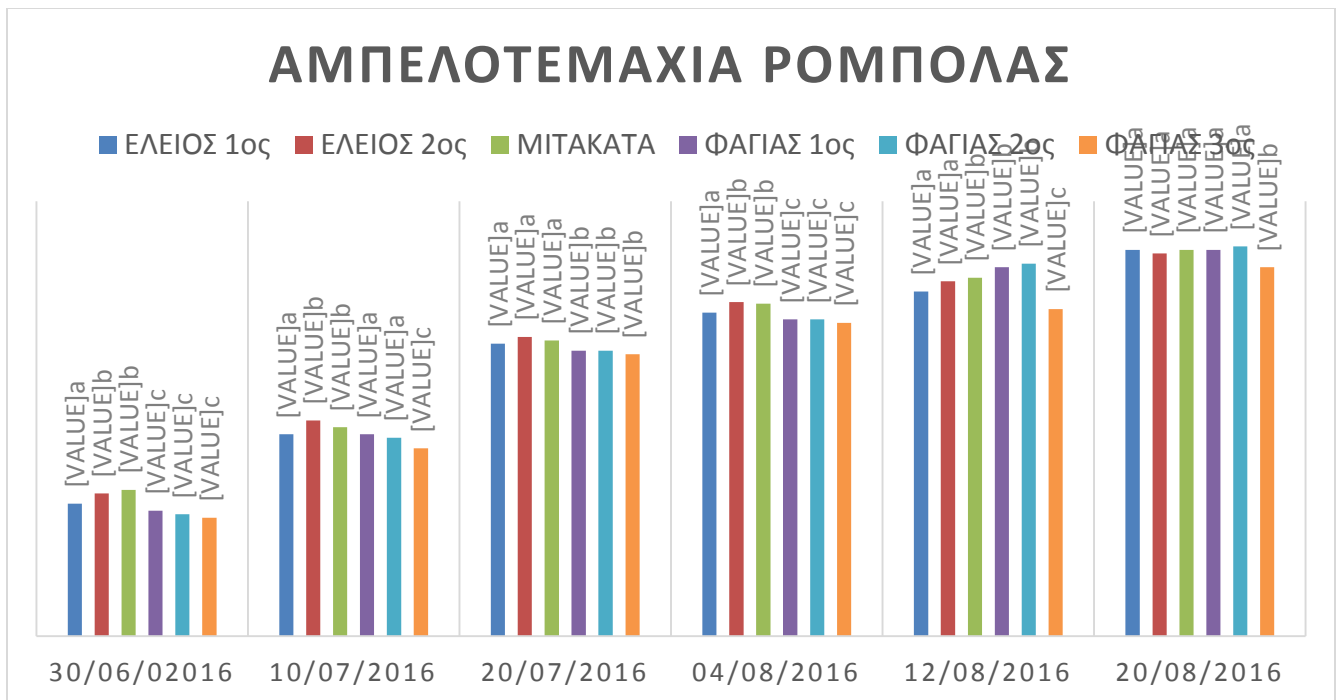
Εικόνα 23: Αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 3ος

Πίνακας 12: Αμπελοτεμάχια Ρομπόλας

ΤΕΜΑΧΙΑ						
	ΕΛΕΙΟΣ 1ο	ΕΛΕΙΟΣ 2ο	ΜΙΤΑΚΑΤΑ	ΦΑΓΙΑΣ 1ο	ΦΑΓΙΑΣ 2ο	ΦΑΓΙΑΣ 3ο
Προσανατολισμός	N	A	A	BA	NΔ	N
Υψόμετρο	146μ	147μ	235μ	580μ	604μ	470μ
Έκταση σε m ²	1,085	2,199	1,604	3,036	4,162	1,236
Κλίση	επιπεδο	επιπεδο	επιπεδο	ελαφρα	ελαφρα	αποτομη
Βροχόπτωση	625.4 mm	625.4 mm	625.4 mm	625.4 mm	625.4 mm	625.4 mm
Υποκείμενο	αυτόρριζο	αυτόρριζο	110R	αυτόρριζο	αυτόρριζο	αυτόρριζο
Ηλικία αμπελώνα	40	50	15	55	40	36
Λίπανση	μηδενικη	μηδενικη	κοπρια	οργανικη	οργανικη	ανόργανη + κοπρία
Άρδευση	Ξηρικός	Ξηρικός	Ξηρικός	Ξηρικός	Ξηρικός	Ξηρικός
Κλάδεμα						
μόρφωσης	κύπελο	κύπελο	κύπελο	κύπελο	κύπελο	κύπελο
Βλαστολόγημα	έγινε	έγινε	έγινε	έγινε	έγινε	έγινε
Κορυφολόγημα	δεν έγινε	δεν έγινε	ελαφρό	αυστηρό	ελαφρό	αυστηρό
Καλλιεργεια						
εδάφους	δεν έγινε	δεν έγινε	ελαφρά	ελαφρά	ελαφρά	ελαφρά
Ξεφύλλισμα	δεν έγινε	δεν έγινε	αυστηρό	αυστηρό	ελαφρό	δεν έγινε
Ζιζάνια	αφαίρεση	αφαίρεση	αφαίρεση	αφαίρεση	αφαίρεση	αφαίρεση
Χρήση φυτοφαρμάκων	προλυπτικά	προλυπτικά	προλυπτικά	προλυπτικά	προλυπτικά	προλυπτικά και μη
Ασθένειες						
Ωίδιο	50%	60%	40%	20%	20%	15%
Βοτρύτης	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Περονόσπορος	20%	15%	7%	4%	6%	3%
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg	512	985	1,245	1,668	2,542	1,030



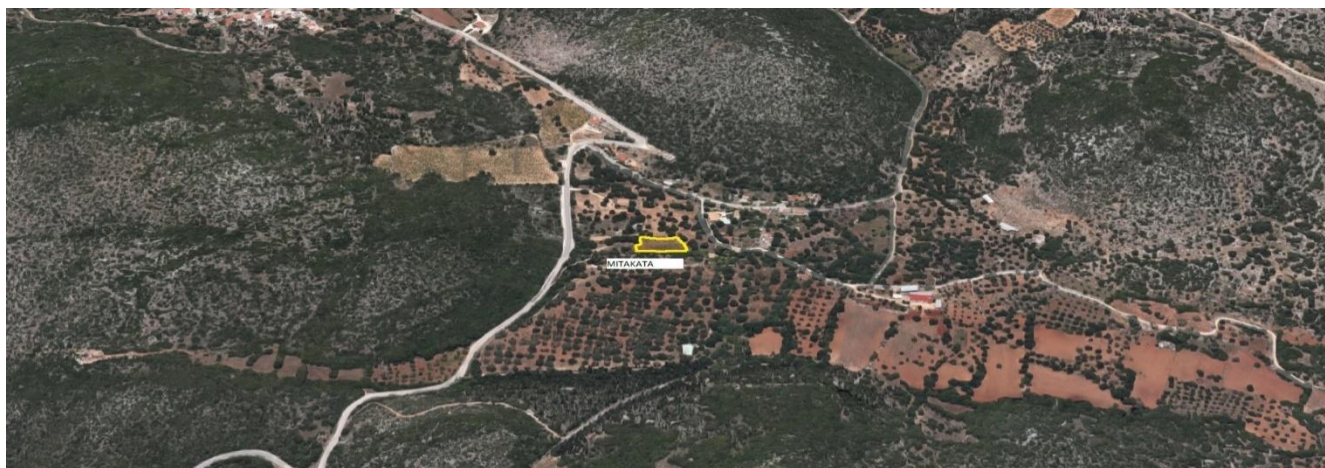
Γράφημα17: Στρεμματική απόδοση αμπελοτεμαχίων Ρομπόλας



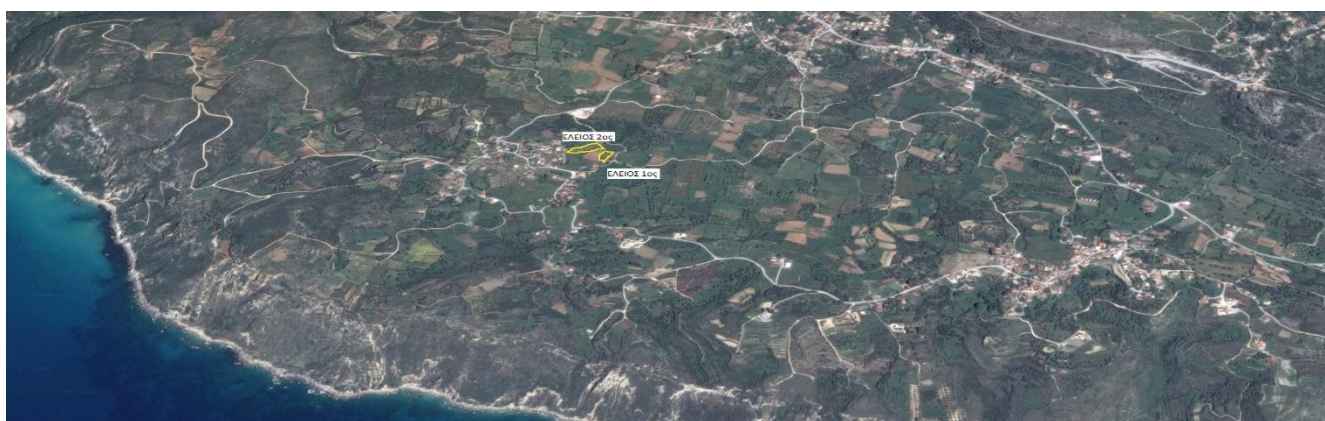
Γράφημα 18: Πορεία σακχάρων των τεμαχίων Ρομπόλας



Εικόνα11: Περιοχή Φαγιάς



Εικόνα12: Περιοχή Μιτακάτα



Εικόνα 26: Περιοχή Ελειός

3.4 Αμπελοτεμάχια ποικιλίας Ζακυνθινό

1 ΒΙΟ με συντεταγμένες: 38°04'17.6"N 20°42'28.3"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 1,598m² με νότιο προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 171m, κλίση επίπεδο, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 50 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: μηδενική

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: δεν έγινε

Καλλιέργεια εδάφους: δεν έγινε

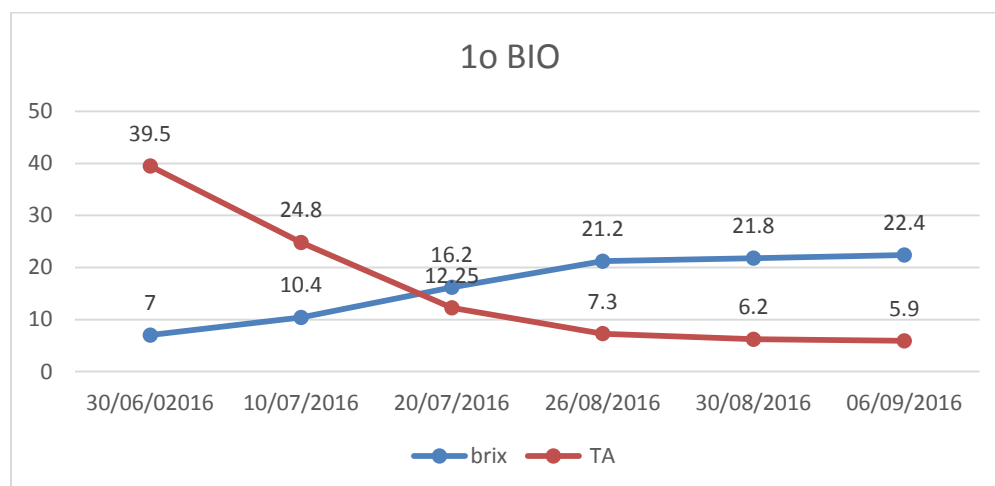
Ξεφύλλισμα: δεν έγινε

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων:δεν έγινε

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 70% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 20%

Συνολικό βάρος: 1,113kg



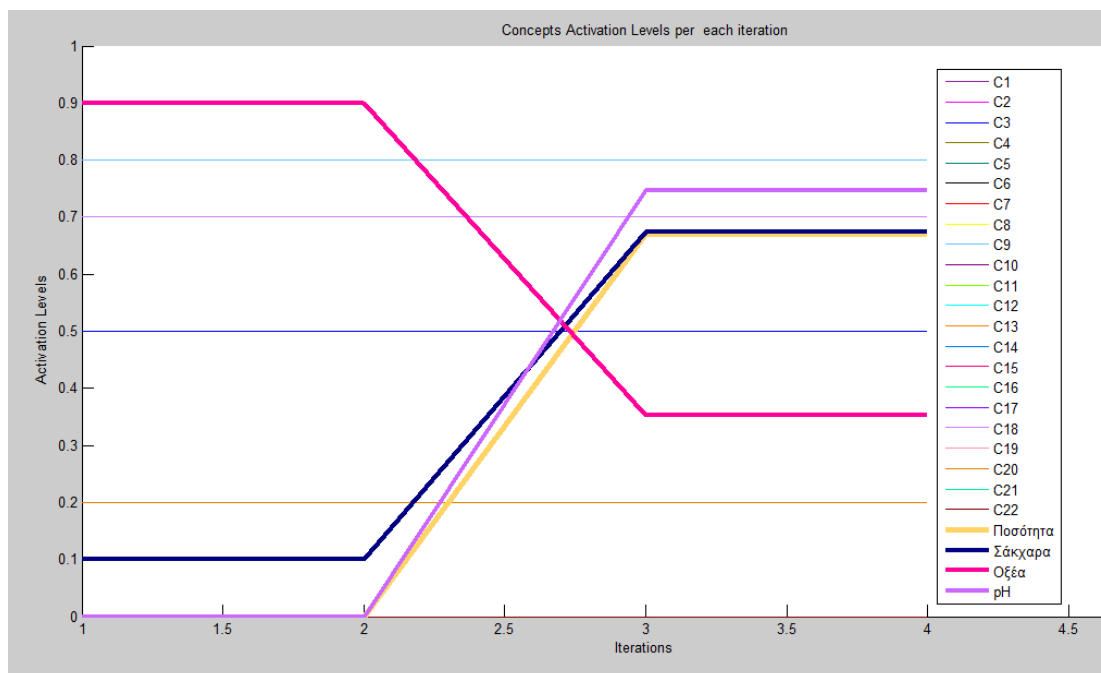
Γράφημα19: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου 1ο ΒΙΟ, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Τρίτη 06 Σεπτεμβρίου 2016 με τιμές:

22,4° brix 5,9 (g/L) pH: 3,21

Εφαρμόζεται τρύγος διαλογής και άπλωμα των σταφυλίων στον ήλιο με σκοπό τη δημιουργία Γλυκού Φυσικού Οίνου.

ΑΣΓ:



Γράφημα 20: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο 1 ΒΙΟ

Έξοδοι: C23: 0.67///C24: 0.67///C25: 0.35///C26: 0.74

2 ΒΙΟ με συντεταγμένες: 38°04'26.6"N 20°43'39.5"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 1,416m² με νότιο προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 170m, κλίση επίπεδο, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 30 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: μηδενική

Βλαστολόγημα: δεν έγινε

Κορυφολόγημα: δεν έγινε

Καλλιέργεια εδάφους: δεν έγινε

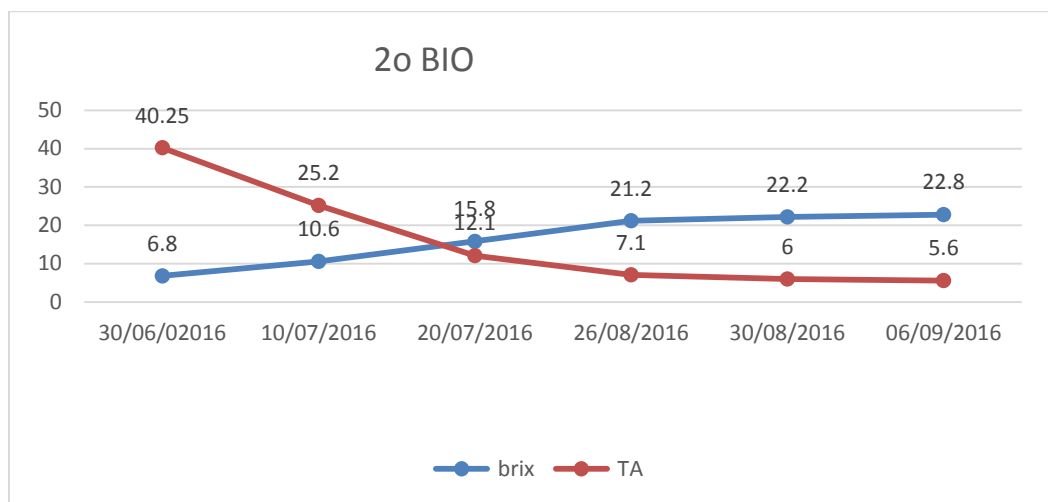
Ξεφύλλισμα: δεν έγινε

Ζιζάνια:δεν έγινε

Χρήση φυτοφαρμάκων:δεν έγινε

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 80% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 30%

Συνολικό βάρος: 756kg



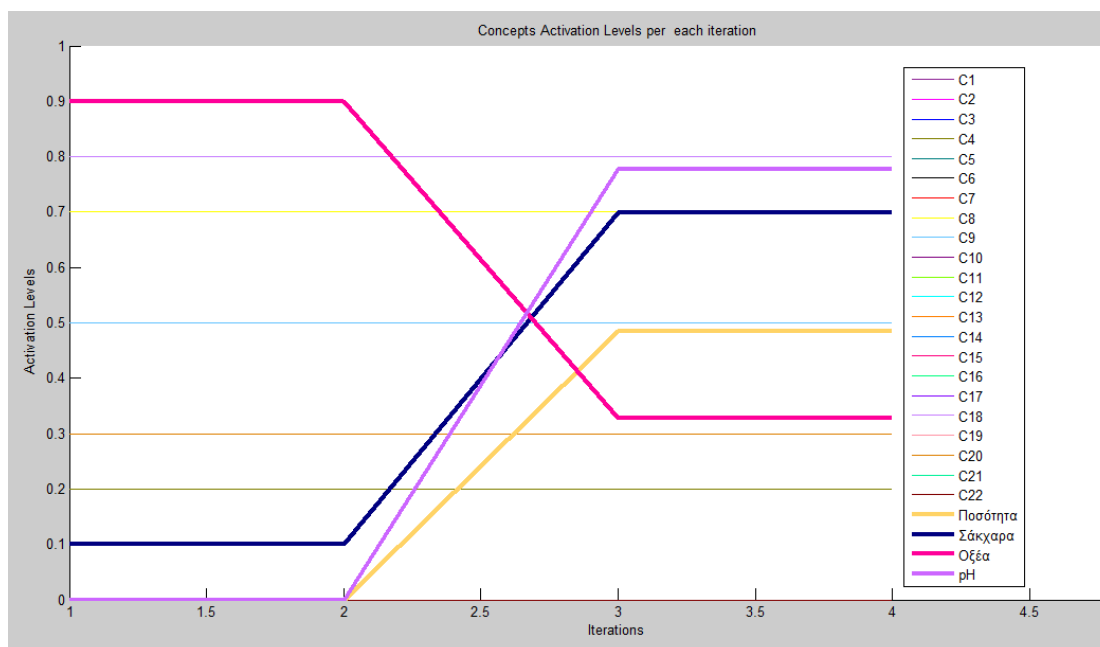
Γράφημα 21: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου 2ο BIO, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Τρίτη 06 Σεπτεμβρίου 2016 με τιμές:

22,8° brix 5,6 (g/L) pH: 3,3

Εφαρμόζεται τρύγος διαλογής και άπλωμα των σταφυλίων στον ήλιο με σκοπό τη δημιουργία Γλυκού Φυσικού Οίνου.

ΑΣΓ:



Γράφημα 22: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο 2 BIO

Έξοδοι: C23: 0.48///C24: 0.69///C25: 0.32///C26: 0.77

3 ΒΙΟ με συντεταγμένες: 38°04'37.2"N 20°42'01.5"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 3,074m² με νότιο προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 170m, κλίση ελαφρά, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 28 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: κοπριά

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: ελαφρό

Καλλιέργεια: ελαφρά

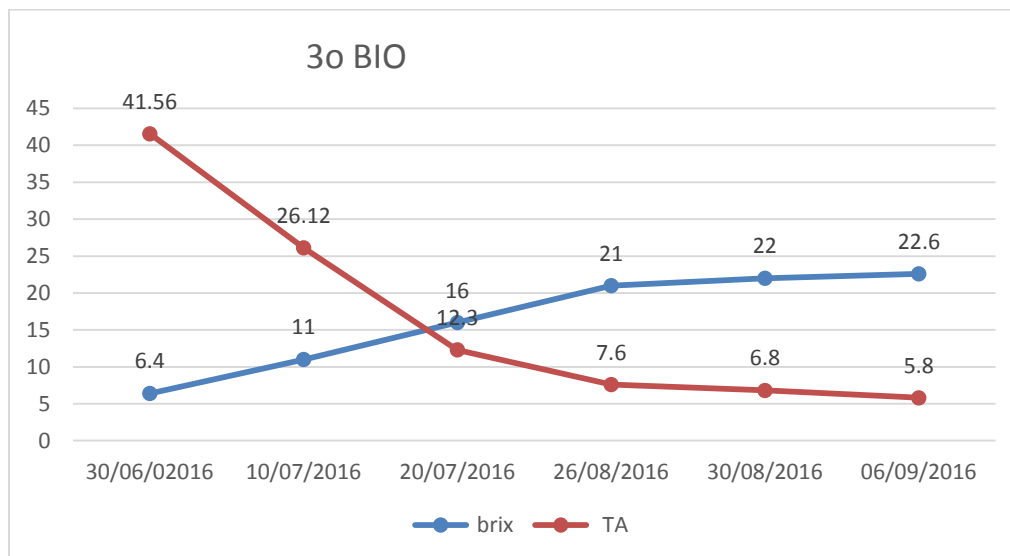
Ξεφύλλισμα: αυστηρό

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 40% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 7%

Συνολικό βάρος: 3,210kg



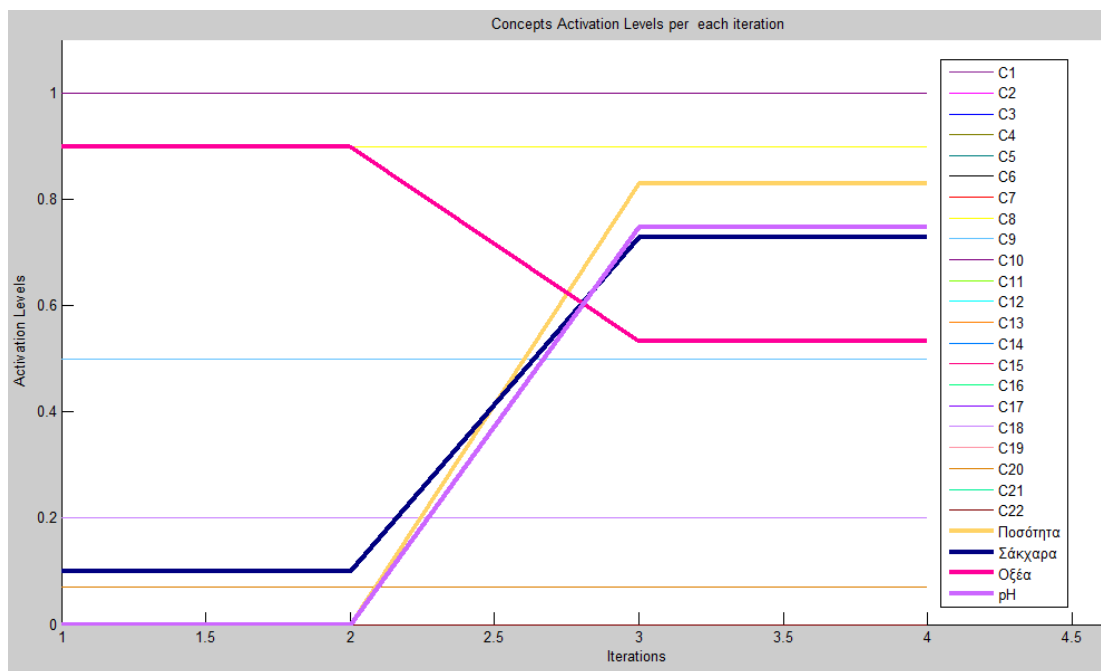
Γράφημα23: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου 3ο ΒΙΟ, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Τρίτη 06 Σεπτεμβρίου 2016 με τιμές:

22,6° brix 5,8 (g/L) pH: 3,42

Εφαρμόζεται τρύγος διαλογής. Γίνεται μόνο μια πίεση και οινοποίηση μόνο του για την δημιουργία Βιολογικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 24: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο 3ο ΒΙΟ

Έξοδοι: C23: 0.82///C24: 0.73///C25: 0.5///C26: 0.74

1 ΣΥΜΒ με συντεταγμένες: 38°04'38.8"N 20°42'52.5"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 1,387m² με ανατολικό προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 145m, κλίση επίπεδο, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 32 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: ανόργανη

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα:ελαφρό

Καλλιέργεια εδάφους: ελαφρά

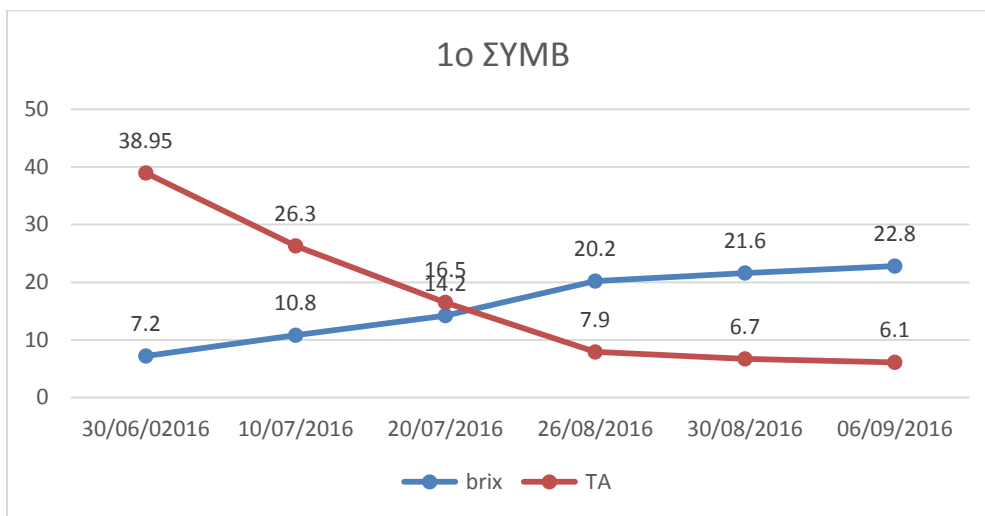
Ξεφύλλισμα: ελαφρό

Ζιζάνια:έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά και μη

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 30% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 4%

Συνολικό βάρος: 1,668kg



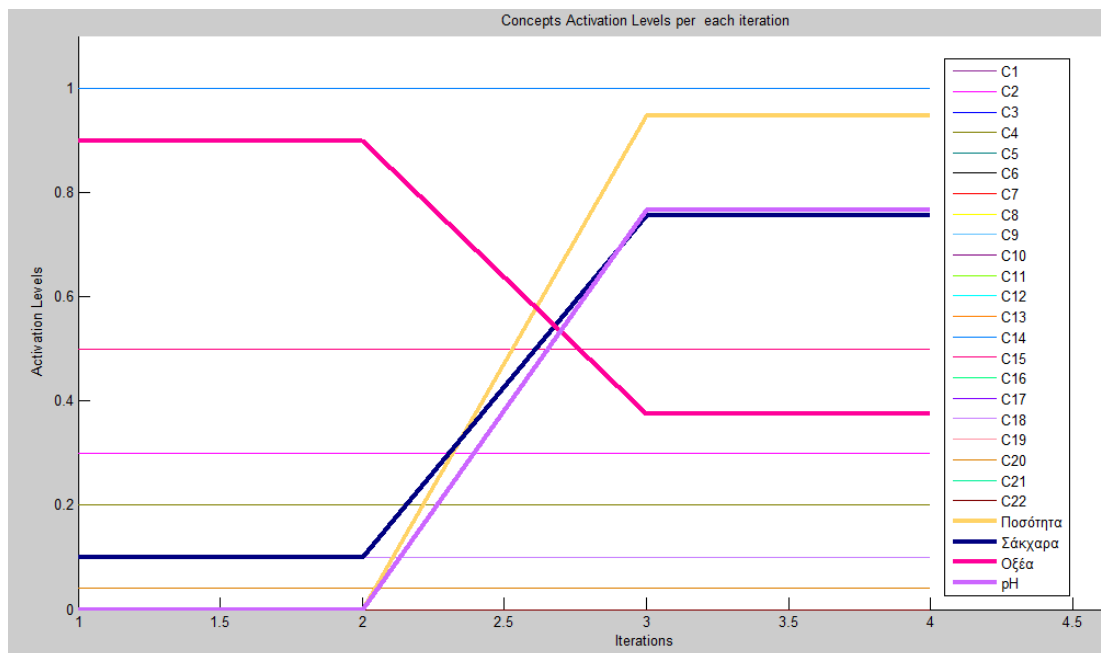
Γράφημα 25: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου 1ο ΣΥΜΒ, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Τρίτη 06 Σεπτεμβρίου 2016 με τιμές:

22,8° brix 6,1 (g/L) pH: 3,25

Εφαρμοζεται τρύγος διαλογής. Γίνονται 2 πιέσεις και συνοινοποίηση με το αμπελοτεμάχιο 2^ο ΣΥΜΒ για την δημιουργία συμβατικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 26: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο 1 ΣΥΜΒ

Έξοδοι: C23: 0.95///C24: 0.75///C25: 0.37///C26: 0.76

2 ΣΥΜΒ με συντεταγμένες: 38°04'48.4"N 20°43'05.5"E

Αμπελοτεμάχιο συνολικής έκτασης 1,688m² με νότιο προσανατολισμό. Απόλυτο υψόμετρο 168m, κλίση ελαφρά, η συνολική βροχόπτωση για την παραγωγική περίοδο 2016 ήταν 625.4mm. Αυτόρριζο ηλικίας 35 ετών, ξηρικός, κλάδεμα μόρφωσης κύπελο.

Αμπελοκομικές πράξεις

Λίπανση: ανόργανη

Βλαστολόγημα: έγινε

Κορυφολόγημα: αυστηρό

Καλλιέργεια: ελαφρά

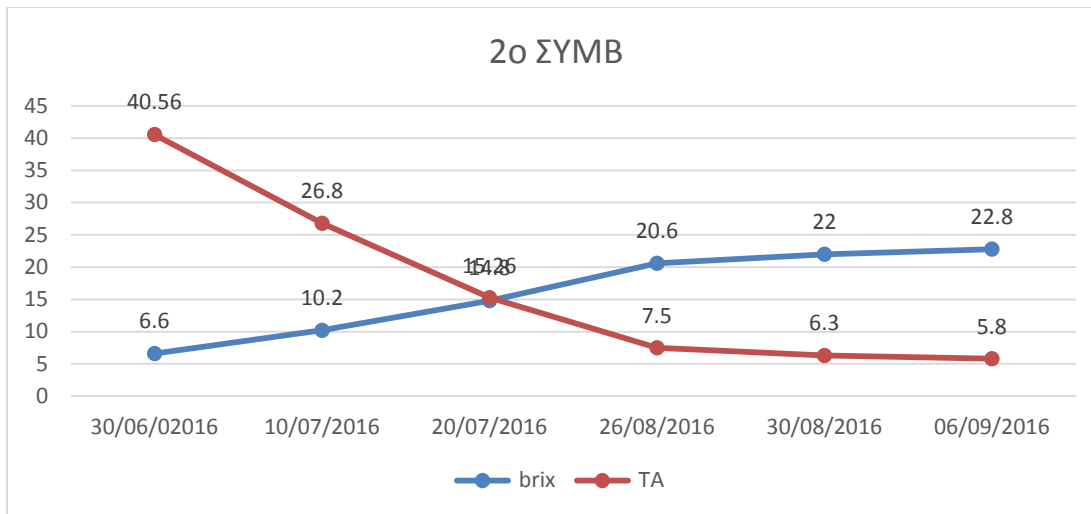
Ξεφύλλισμα: αυστηρό

Ζιζάνια: έγινε αφαίρεση

Χρήση φυτοφαρμάκων: προλυπτικά και μη

Αμπελοπάθεια: Ωίδιο 20% , Βοτρύτης 0% , Περονόσπορος 6%

Συνολικό βάρος: 1,865kg



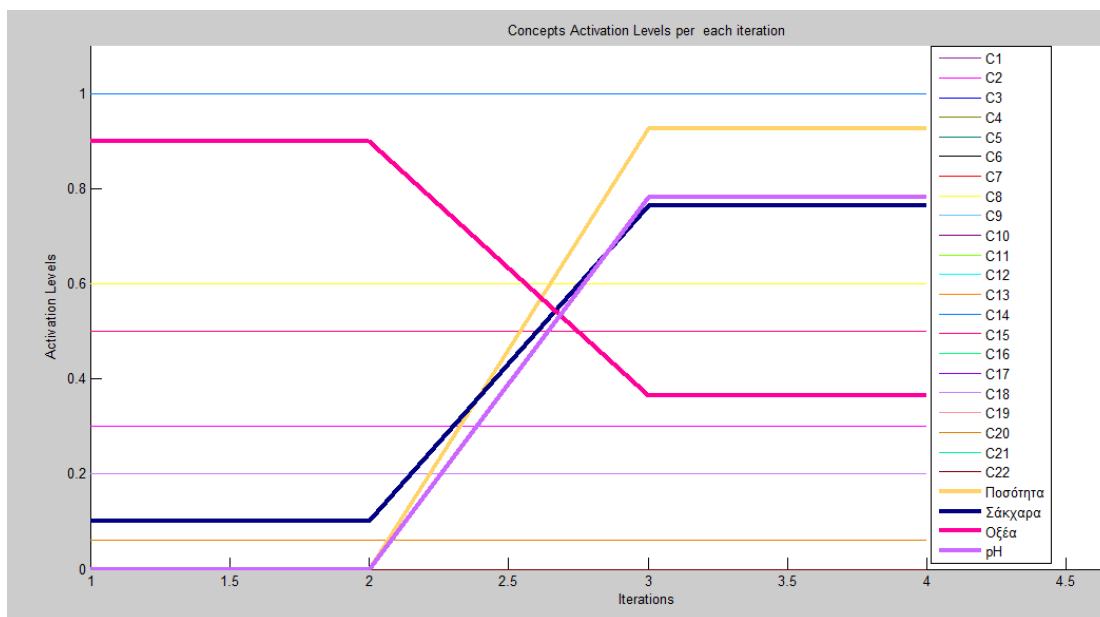
Γράφημα 27: Πορεία των σακχάρων και της οξύτητας του αμπελοτεμαχίου 2ο ΣΥΜΒ, σε έξι διαδοχικές ημερομηνίες

Ημερομηνία τρυγητού Τρίτη 06 Σεπτεμβρίου 2016 με τιμές:

22,8° brix 5,8 (g/L) pH: 3,38

Εφαρμόζεται τρύγος διαλογής. Γίνονται 2 πιέσεις και συνοינוποίηση με το αμπελοτεμάχιο 1^ο ΣΥΜΒ για την δημιουργία συμβατικού Οίνου.

ΑΓΔ:



Γράφημα 28: ΑΓΔ για το αμπελοτεμάχιο 2 ΣΥΜΒ

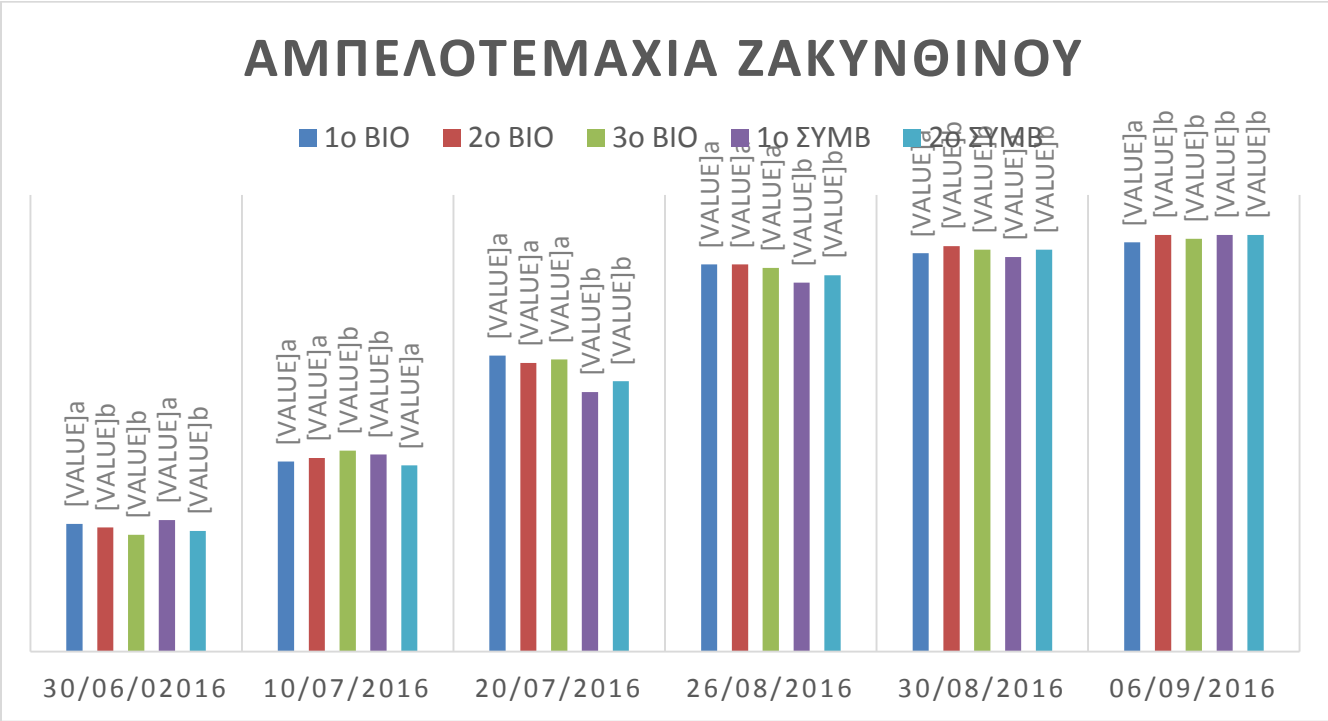
Έξοδοι: C23: 0.92///C24: 0.77///C25: 0.35///C26: 0.8

Πίνακας10: Αμπελοτεμάχια Ζακυνθινού

ΤΕΜΑΧΙΑ					
	1 ΒΙΟ	2 ΒΙΟ	3 ΒΙΟ	1 ΣΥΜΒ	2 ΣΥΜΒ
Προσανατολισμός	N	N	N	A	N
Υψόμετρο	171	170	170	145	168
Έκταση σε m ²	1,598	1,416	3,074	1,387	1,688
Κλίση	επιπεδο	επιπεδο	ελαφρά	επιπεδο	ελαφρα
Βροχόπτωση	625.4 mm	625.4 mm	625.4 mm	625.4 mm	625.4 mm
Υποκείμενο	αυτόρριζο	αυτόρριζο	αυτόρριζο	αυτόρριζο	αυτόρριζο
Ηλικία αμπελώνα	50	30	28	32	35
Λίπανση	δεν έγινε	δεν έγινε	κοπρια	ανόργανη	ανόργανη
Άρδευση	ξηρικός	ξηρικός	ξηρικός	ξηρικός	ξηρικός
Κλάδεμα μόρφωσης	κύπελο	κύπελο	κύπελο	κύπελο	κύπελο
Βλαστολόγημα	έγινε	δεν έγινε	έγινε	έγινε	έγινε
Κορυφολόγημα	δεν έγινε	δεν έγινε	ελαφρό	ελαφρό	αυστηρό
Καλλιεργεια εδάφους	δεν έγινε	δεν έγινε	ελαφρά	ελαφρά	ελαφρά
Ξεφύλλισμα	δεν έγινε	δεν έγινε	αυστηρό	ελαφρό	αυστηρό
Ζιζάνια	αφαίρεση	δεν έγινε	αφαίρεση	αφαίρεση	αφαίρεση
Χρήση φυτοφαρμάκων	δεν έγινε	δεν έγινε	προλυπτικά	προλυπτικά και μη	προλυπτικά και μη
Ασθένειες					
Ωίδιο	70%	80%	40%	30%	20%
Βοτρυτης	0%	0%	0%	0%	0%
Περωνοσπορος	20%	30%	7%	4%	6%
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg	1,113	756	3,210	1,668	1,865

Plot	Yield (kg/ha)
1 ΒΙΟ	696
2 ΒΙΟ	540
3 ΒΙΟ	1035
1 ΣΥΜΒ	1191
2 ΣΥΜΒ	1097

Γράφημα29: Στρεμματική απόδοση των αμπελοτεμαχίων Ζακυνθινού



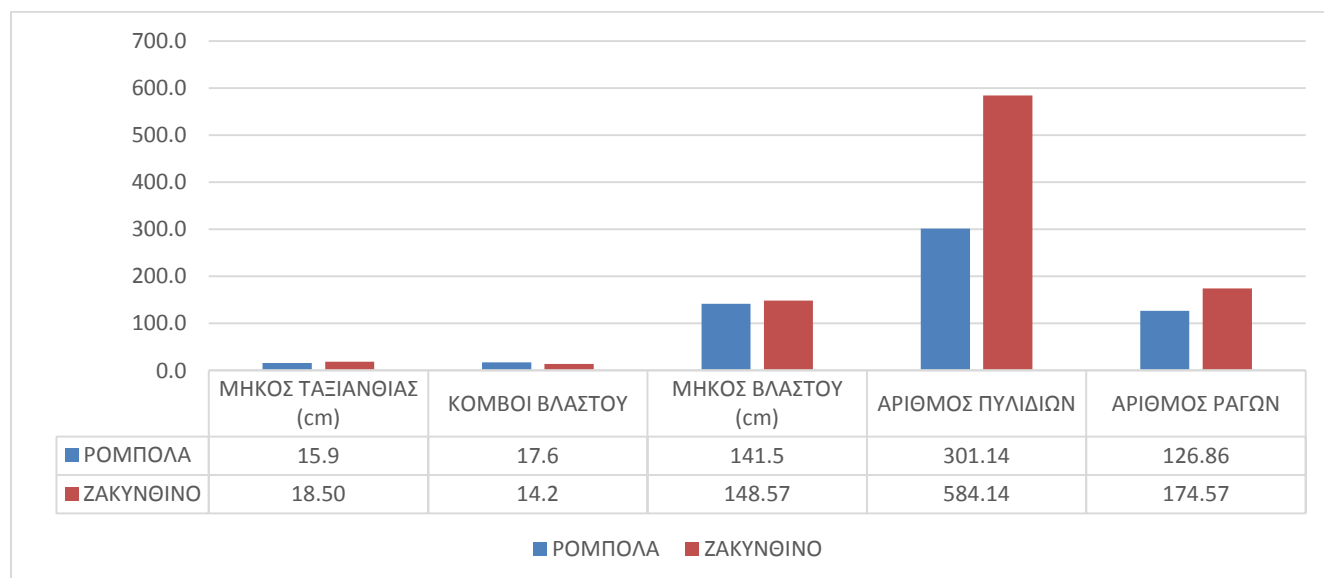
Γράφημα 30: Πορεία σακχάρων των τεμαχίων Ζακυνθινού



Εικόνα 27: Περιοχή Ελειός

3.5 Συζήτηση Αποτελεσμάτων

3.5.1 Φαινολογικά Στάδια



Γράφημα 31: Μέσοι όροι των δυο ποικιλιών

Σύμφωνα με τους πίνακες βλέπουμε ότι η έναρξη βλάστησης, η άνθιση και η πορεία ωρίμασης της ποικιλίας Ρομπόλας γίνεται νωρίτερα από την ποικιλία Ζακυνθινό, αυτό την καθιστά προιμότερη ποικιλία.

Στα χαρακτηριστικά βλαστού και ταξιανθίας κατά την φάση της άνθισης, παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες ταξιανθίες και μεγαλύτερο μήκος βλαστών στην ποικιλία Ζακυνθινό ενώ περισσότερους κόμβους ανα βλαστό έχουμε στην ποικιλία Ρομπόλα.

Παρόλα αυτά δεν υπήρχαν στατικές διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών όσο αναφορά τα μήκη που μετρήθηκαν.

Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες το ποσοστό καρπόδεσης είναι 50% (May, 2000). Όταν υπάρχει κάποιος περιοριστικός παράγοντας (ασθένεια, ελλιπής θρέψη, υπερβολική ζοηρότητα, ακραίες καιρικές συνθήκες κ.ά.), το ποσοστό καρπόδεσης μπορεί να είναι μικρότερο.

Στις δυο ποικιλίες τα ποσοστά ήταν 42% για τη ποικιλία Ρομπόλα και 30% για τη ποικιλία Ζακυνθινό.

3.5.2 Πορεία σακχάρων και οξύτητας

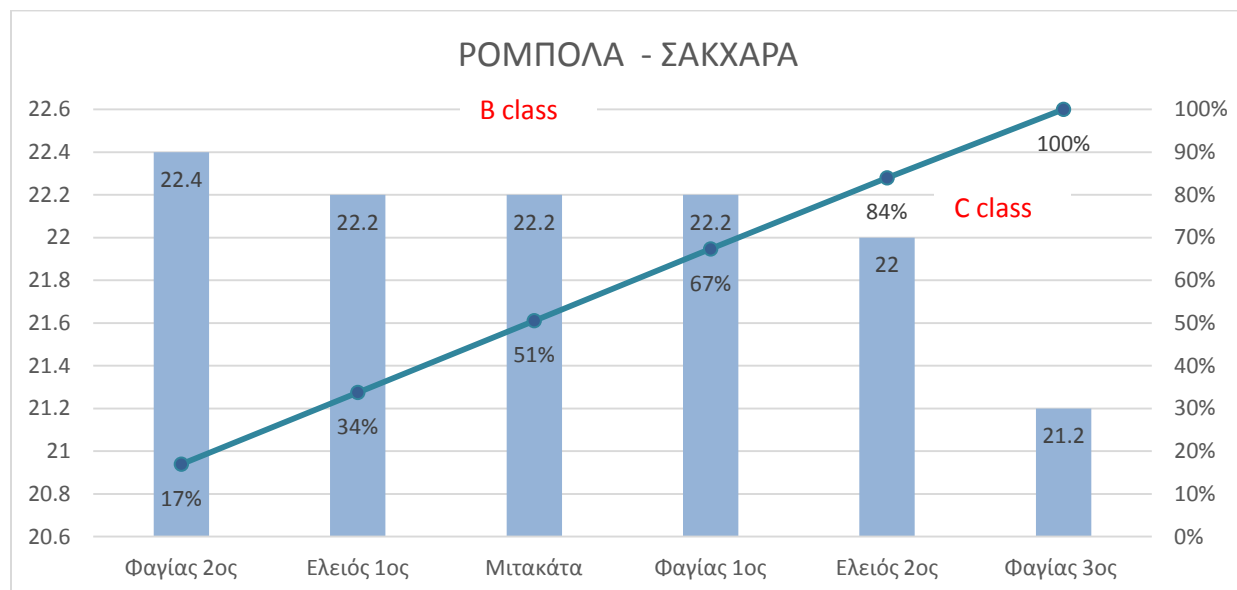
Ο χρόνος τρυγητού έγινε σύμφωνα με τον τύπο οίνου που είναι επιθυμητός.

Ο περκασμός των δυο ποικιλιών ξεκινά την ίδια περίοδο. Η ποικιλία Ρομπόλα έχει μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης των σακχάρων από την ποικιλία Ζακυνθινό και αυτό την καθιστά πρωιμότερης ωρίμανσης, αφού ο τεχνολογικός τρύγος της Ρομπόλας γίνεται 10-15 μέρες νωρίτερα.

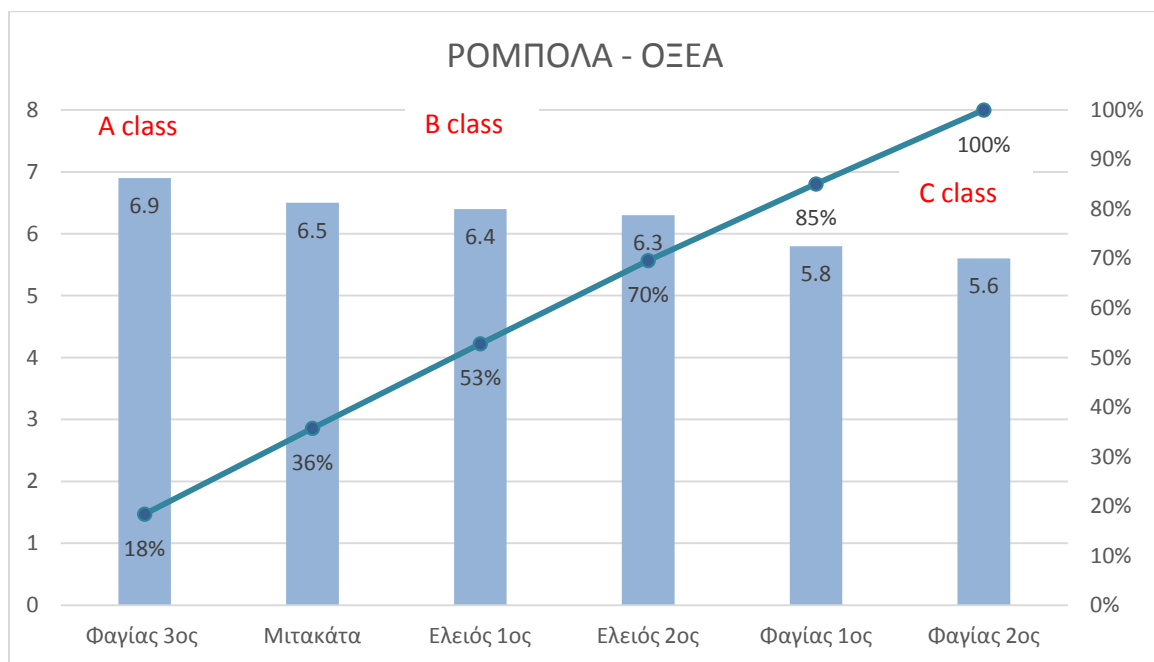
Στα πεδινά αμπελοτεμάχια της Ρομπόλας η ωρίμανση ξεκίνησε νωρίτερα από ότι στα ορεινά αμπελοτεμάχια αλλά ο ρυθμός αύξησης των σακχάρων στα ορεινά είναι μεγαλύτερος από τα πεδινά, αφού ο τεχνολογικός τρύγος έγινε 4 μέρες νωρίτερα από τα πεδινά αμπελοτεμάχια Ρομπόλας. Στο αμπελοτεμάχιο Μιτακάτα παρατηρήθηκε ότι τα σταφύλια ωριμάζουν νωρίτερα από τα αμπελοτεμάχια του Ελιού και γίνεται τρύγος μαζί με τα ορεινά Φαγιάς 1^ο και 2^ο. Το ορεινό αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 3^ο ωριμάζει αργότερα από τα αμπελοτεμάχια Φαγιάς 1^ο και 2^ο και γίνεται ο τρύγος του μαζί με τα πεδινά αμπελοτεμάχια Ελειός 1^ο και 2^ο.

Όλα τα βιολογικά αμπελοτεμάχια Ρομπόλας ωριμάζουν γρηγορότερα από το συμβατικό αμπελοτεμάχιο Ρομπόλας με στατιστικώς σημαντικές διαφορές. (Αγγελοπούλου Φ. 2013)

Βλέπουμε ότι τα βιολογικά αμπελοτεμάχια (Φαγιάς 1^ο^s, 2^ο^s και Μιτακάτα) έχουν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης των σακχάρων από ότι το συμβατικό αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 3^ο^s.



Γράφημα 34: Ομαδοποίηση αμπελοτεμαχίων βάση των σακχάρων

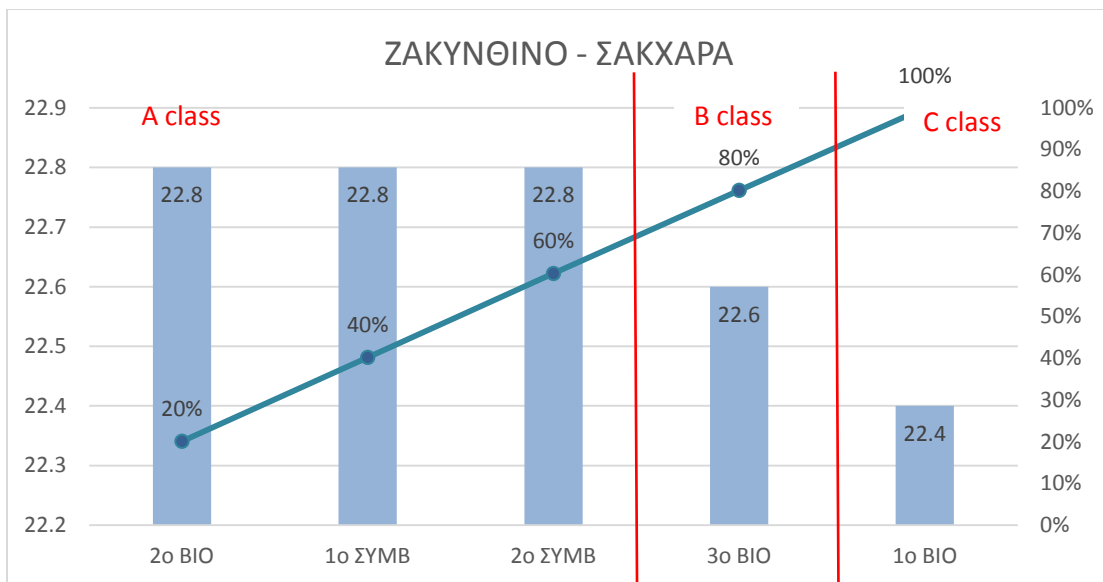


Γράφημα 35: Ομαδοποίηση αμπελοτεμαχίων βάση των οξέων

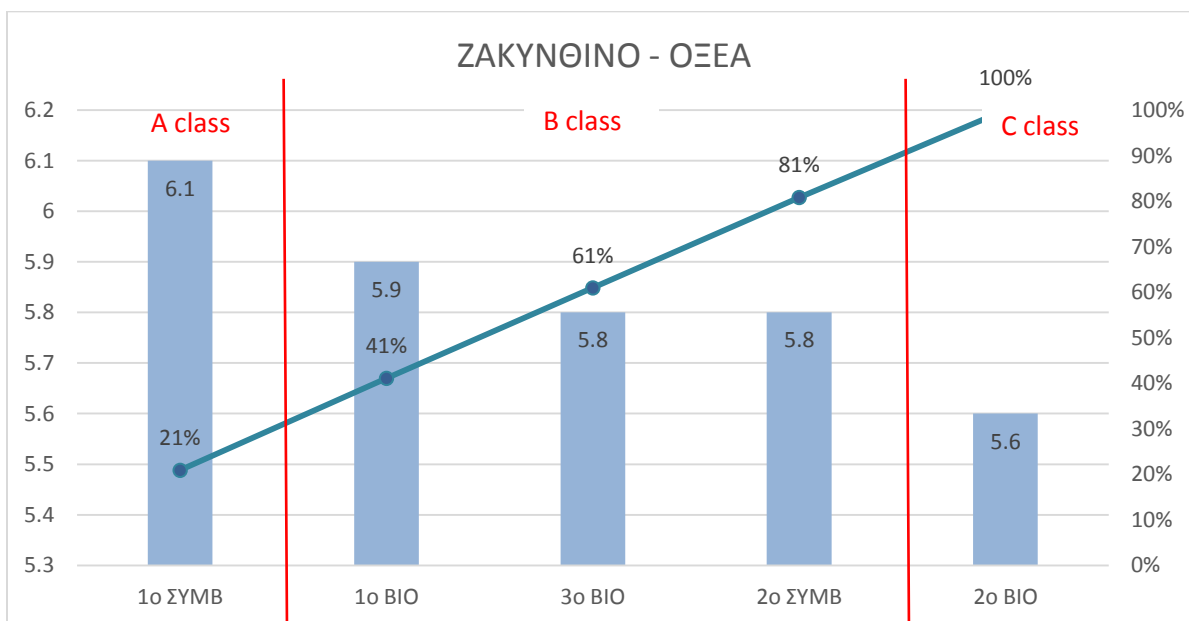
Για την ποικιλία Ζακυνθινό ο τεχνολογικός τρύγος γίνεται αρχές Σεπτεμβρίου. Στα αμπελοτεμάχια 1^ο ΒΙΟ και 2^ο ΒΙΟ εφαρμόζεται τρύγος διαλογής και άπλωμα προς αύξηση των σακχάρων για την δημιουργία Γλυκού Φυσικού Οίνου, δεν εφαρμόζεται υπερώριμος τρύγος λόγω των ασθενειών που επικρατούσαν στα αμπελοτεμάχια και τη πρόγνωση για βροχή.

Για το αμπελοτεμάχιο 3^ο ΒΙΟ εφαρμόζεται Βιολογική Οινοποίηση ενώ για τα αμπελοτεμάχια 1^ο ΣΥΜΒ και 2^ο ΣΥΜΒ εφαρμόζεται συμβατική οινοποίηση.

Δεν παρατηρούμε σημαντικές στατιστικές διαφορές ως προς τον χρόνο και ρυθμό ωρίμανσης του φορτίου μεταξύ των αμπελοτεμαχίων της ποικιλίας Ζακυνθινό. Βλέπουμε μόνο από το γράφημα 31 ότι τα συμβατικά αμπελοτεμάχια καθυστερούν λίγο στην αύξηση των σακχάρων εν συγκρίση με τα βιολογικά αμπελοτεμάχια.



Γράφημα 36: Ομαδοποίηση αμπελοτεμαχίων βάσει των σακχάρων



Γράφημα 37: Ομαδοποίηση αμπελοτεμαχίων βάσει των οξέων

3.5.3 Στρεμματικές αποδόσεις

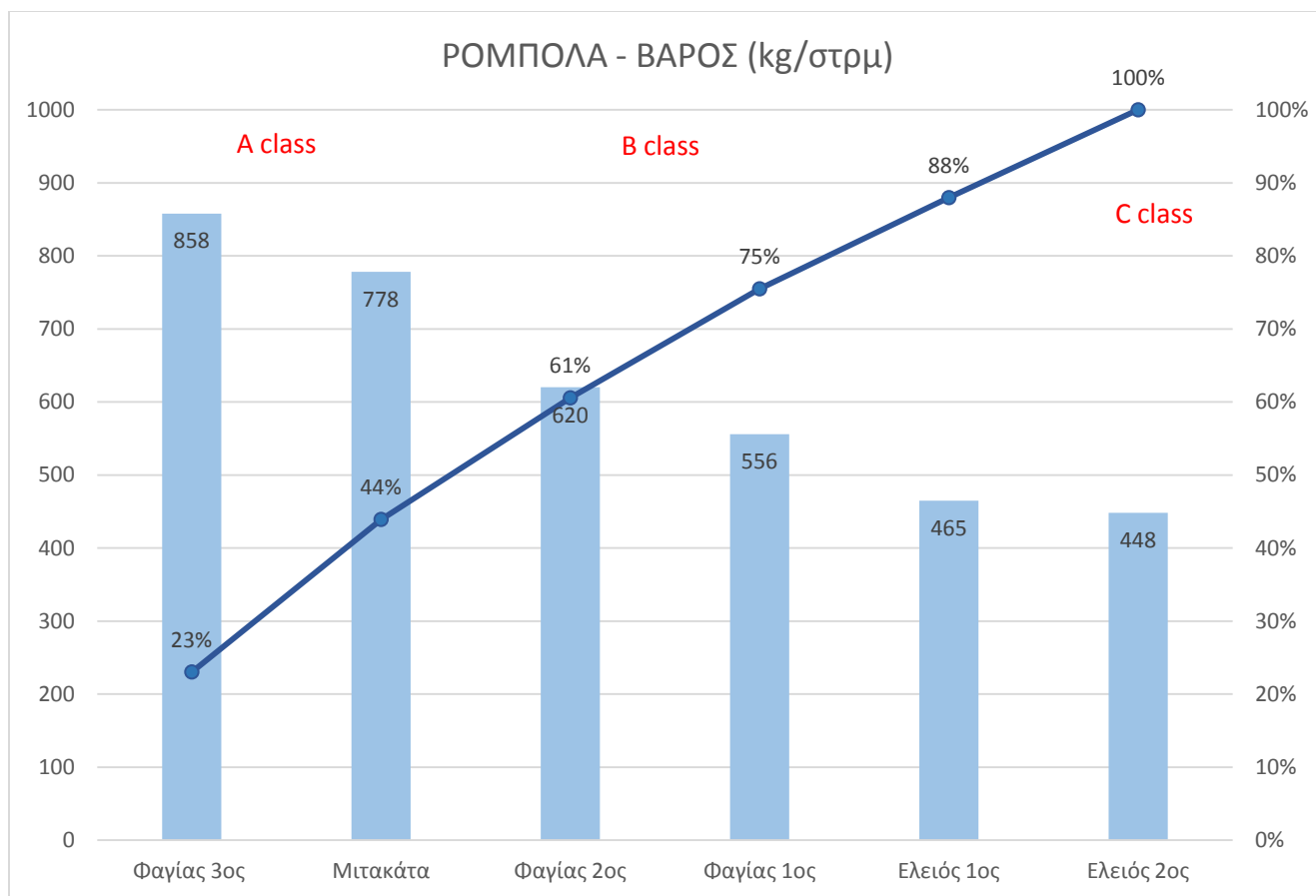
Το έτος 2016 καταγράφηκε μεγάλη παραγωγή, συγκρινόμενη με άλλα έτη λόγω της υψηλής βροχώπτωσης τον μήνα Οκτώβριο και τον Φεβρουάριο και της θερμοκρασίας που ήταν πιο υψηλή από τα κανονικά επίπεδα την περίοδο εκβλάστησης.

Στα αμπελοτεμάχια της Ρομπόλας, στην περιοχή του κάμπου ΠΟΠ, παρατηρούνται μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις το οποίο επιβεβαιώνεται από το αμπελοτεμάχιο Μιτακάτα. Την μεγαλύτερη στρεμματική απόδοση έχει ο Φαγιάς 3^{ος}. Το Ελειός 2^{ος} αμπελοτεμάχιο της Ρομπόλας με τις μικρότερη απόδοση είναι αυτό με τις λιγότερες καλλιεργητικές φροντίδες.

Σημαντικές στατικές διαφορές στις στρεμματικές αποδόσεις έχουμε μεταξύ των βιολογικών και των συμβατικών τεμαχίων.

Παρατηρήθηκε ότι το συμβατικό αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 3^{ος} έχει μεγαλύτερη στρεμματική απόδοση από το βιοδυναμικό και το βιολογικό αμπελοτεμάχιο Φαγιάς 1^{ος} και Φαγιάς 2^{ος} παρα ότι βρίσκονται στις ίδιες κλιματικές και τοπογραφικές συνθήκες.

Στατιστικώς σημαντική διαφορά υπάρχει και μεταξύ των 3 βιολογικών τεμαχίων, αφού τα Μιτακάτα έχουν μεγαλύτερη στρεμματική απόδοση από τα Φαγιάς 1^{ος} και 2^{ος}. Τα δυο αμπελοτεμάχια εκτός ζώνης Ελειός 1^{ος} και 2^{ος} έχουν τις χαμηλότερες στρεμματικές αποδόσεις λόγω των μη επαρκών καλλιεργητικών φροντίδων στο αμπελοτεμάχιο.

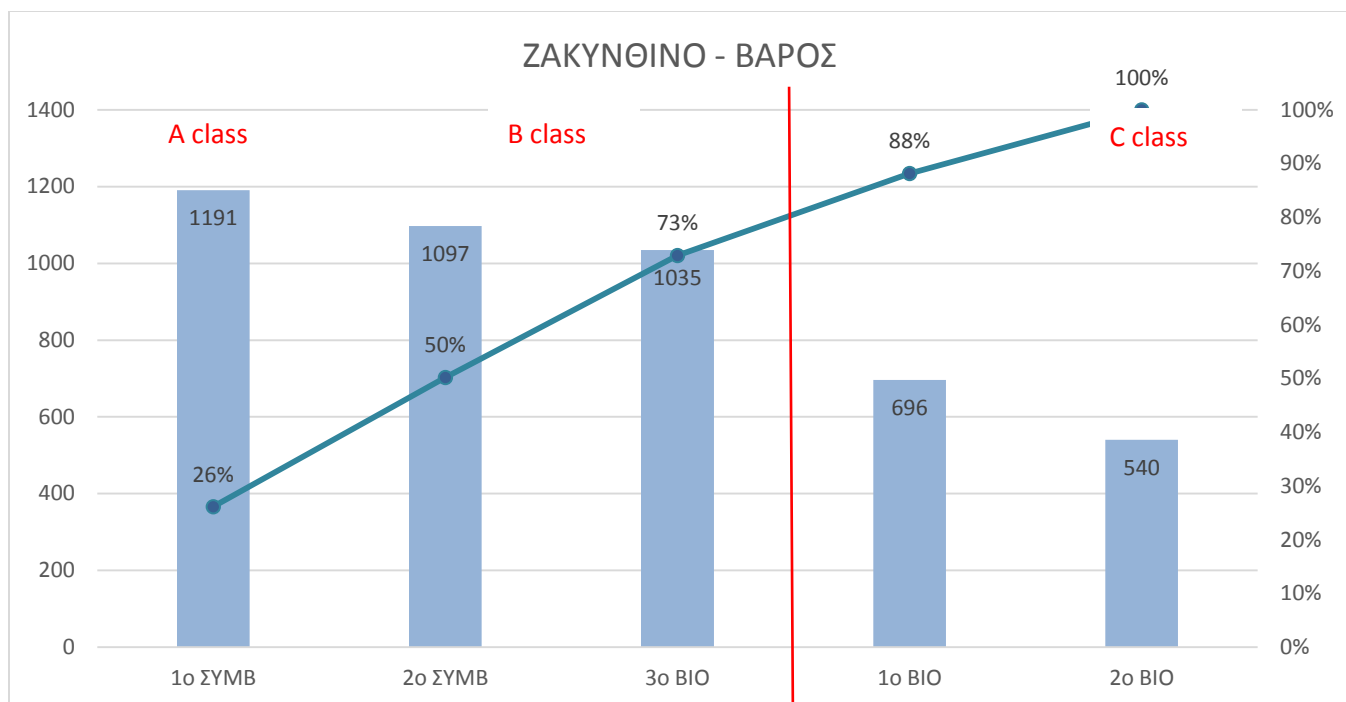


Γράφημα 38: Ομαδοποίηση αμπελοτεμαχίων βάση της Στρεμματικής απόδοσης

Οι στρεμματικές αποδόσεις στην ποικιλία Ζακυνθινό είναι μεγαλύτερη ανά στρέμα συγκριτικά με την ποικιλία Ρομπόλα.

Παρατηρήθηκαν διαφορές στις στρεμματικές αποδόσεις στις παραπάνω ποικιλίας σε διαφορετικά αμπελοτεμάχια λόγω των διαφορετικών αμπελοκομικών τεχνικών που εφαρμόζονται. Στα αμπελοτεμάχια 1^ο ΒΙΟ και 2^ο ΒΙΟ που έγιναν οι λιγότερες καλλιεργητικές φροντίδες βλέπουμε την μικρότερη παραγωγή για την ποικιλία Ζακυνθινό. Ενώ τις μεγαλύτερες αποδόσεις τις είχαν τα 2 συμβατικά αμπελοτεμάχια που είχαν την μεγαλύτερη φροντίδα.

Μεταξύ βιολογικών και συμβατικών τεμαχίων στην ποικιλία Ζακυνθινό δεν παρατηρήθηκε κάποια στατιστική διαφορά.



Γράφημα 39: Ομαδοποίηση αμπελοτεμαχίων βάση της Στρεμματικής απόδοσης

3.5.4 Ασθένειες

Παρατηρούμε ότι σε όλα τα αμπελοτεμάχια, μεγαλύτερα ποσοστά ασθενειών είχαν τα αμπελοτεμάχια με την μικρότερη καλλιεργητική φροντίδα. Πιο συγκεκριμένα βλέπουμε από τα αμπελοτεμάχια της Ρομπόλας Ελειός 1ος και 2ος να έχουν τις περισσότερες προσβολές. Ενώ στα αμπελοτεμάχια Ζακθινιού βλέπουμε τις περισσότερες προσβολές στα 1 ΒΙΟ και 2 ΒΙΟ.

3.5.5 Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα

Αναλύοντας τα αποτελέσματα από τις προσομοιώσεις που διεξήχθησαν, μπορούν να εξαχθούν κάποιες πολύ ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις. Πρώτον παρατηρείται ότι το μαθηματικό Μοντέλο Ασαφών Δικτύων για την απόδοση των αμπελώνων, όσον αφορά το παραγόμενο σταφύλι, δίνει πάντα αποτελέσματα που αφορούν και την ποσότητα και την ποιότητα του σταφυλιού. Αυτά τα αποτελέσματα τις περισσότερες φορές επιβεβαιώνουν τις περισσότερες θεωρίες όσον αφορά την επίδραση των διαφόρων παραμέτρων, παραγόντων και πρακτικών καλλιέργειας των αμπελώνων στην παραγωγή των σταφυλιών.

Μία πρώτη αλλά και πολύ σημαντική διαπίστωση είναι ότι το μαθηματικό μοντέλο (ΑΓΔ) που χρησιμοποιείται δίνει μια γενική, ολοκληρωμένη αλλά και λεπτομερή και εμπειρισταωμένη μελέτη της αμπελουργίας και οινοποίησης. Οι Έννοιες(E) –Concepts (C), που αντιπροσωπεύουν τους διάφορους παράγοντας, παραμέτρους και πρακτικών καλλιέργειας, δεν περιορίζονται σε αριθμό. Μπορούν να αυξάνονται ή και να μειώνονται ανάλογα με την κάθε περίπτωση υπό μελέτη. Η δημιουργία του ΑΓΔ όπως στην εικόνα 5 και στον αντίστοιχο Πίνακα 1 είναι πολύ απλή και εύκολη. Στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιούνται 26 Έννοιες ενώ στις δύο άλλες μελέτες (Groumpos 2016) και (Groumpos etal.) χρησιμοποιούνται 15 και 14 Έννοιες αντίστοιχα. Οι εξισώσεις που χρησιμοποιούνται είναι γενικές και η όλη μεθοδολογία ανάπτυξης του ΑΓΔ είναι απλή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί όσο πολύπλοκος και αν είναι ο αμπελώνας υπό μελέτη.

Στη συγκεκριμένη μελέτη έχουν επιλεγεί συνολικά 11 αμπελώνες (6 Ρομπόλα και 5 Ζακυνθινό) από τη Κεφαλλονιά για πρώτη φορά. Μετά από διεξοδική συζήτηση με τους αμπελουργούς των αμπελώνων τελικά επιλέχθηκαν 26 Έννοιες – Concepts. Το προτεινόμενο ΑΓΔ δίνεται στην εικόνα 5 και οι αντίστοιχες αλληλοεπιδράσεις των Εννοιών στον Πίνακα 1. Οι προσομοιώσεις έγιναν χρησιμοποιώντας το πακέτο FCMTOOL το οποίο μας παραχωρήθηκε από το Εργαστήριο Αυτοματισμού και Ρομποτικής (EAP) του Πανεπιστημίου Πατρών. Στην πραγματικότητα οι προσομοιώσεις έγιναν από το EAP και αφού χρειάστηκε να ελεγχθεί πολλές φορές αν και πώς χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα της μελέτης. Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν πλήρως τις θεωρίες όσον αφορά την επίδραση των διαφόρων παραμέτρων, παραγόντων και πρακτικών καλλιέργειας των αμπελώνων στην παραγωγή των σταφυλιών. Χρησιμοποιώντας τη θεωρία των ΑΓΔ και το software tool FCMTOOL που βασίζεται σε subroutines of MATLAB έχουν γίνει μία σειρά από προσομοιώσεις που δίνουν πάρα πολύ ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Μερικά μόνο από αυτά αναλύονται παρακάτω.

Οι έντεκα (11) περιπτώσεις των αμπελώνων που παρουσιάστηκαν παραπάνω με τα αντίστοιχα γραφήματα 6,8,10,12,14,16,21, 23, 25, 27 και 29 των προσομοιώσεων παρέχουν πολύ ενδιαφέροντα και σημαντικά στοιχεία. Τα αποτελέσματα δίνονται και στον πίνακα 12. Επίσης παρουσιάζονται 11 γραφήματα των 11 αντίστοιχων αμπελώνων το καθένα αμέσως μετά από το αντίστοιχο γράφημα για την πορεία των σακχάρων και οξέων. Η διεξοδική μελέτη των αποτελεσμάτων του Πίνακα 12 σε συνδυασμό με τα δεδομένα των πινάκων 10 και 11(ο τρόπος

καλλιέργειας των αντίστοιχων 11 αμπελώνων) καθώς και με τις μετρήσεις της πορείας των σακχάρων και οξέων που δίνονται στα αντίστοιχα 11 γραφήματα 5,7,9,11,13,15,20,22,24,26 και 28 αναδεικνύει μία σειρά από πολύ ενδιαφέροντα και χρήσιμα συμπεράσματα.

Πίνακας 14: Βάρος, Σάκχαρα, οξέα και pH τελικές τιμές μαζί με τις αντίστοιχες των ΑΓΔ

αμπ/χια		Βάρος-C23		Σάκχαρα-C24		Οξέα-C25		pH-C26	
Ρομπόλα									
Ελειός 1ος	Low	465	0,46	22.2	0,65	6.4	0,37	3,34	0,7
Ελειός 2ος	Low	448	0,43	22	0,64	6.3	0,38	3,12	0,71
Μιτακάτα	High	778	0,83	22.2	0,75	6.5	0,52	3,4	0,79
Φαγίας 1ος	Medium	556	0,57	22.2	0,67	5.8	0,35	3,38	0,74
Φαγίας 2ος	Medium	620	0,63	22.4	0,64	5.6	0,39	3,42	0,66
Φαγίας 3ος	Very High	858	0,92	21.2	0,5	6.9	0,32	3,29	0,7
Ζακυνθινό									
1ο ΒΙΟ	Medium	696	0,67	22.4	0,67	5.9	0,35	3,21	0,74
2ο ΒΙΟ	Low	540	0,48	22.8	0,69	5.6	0,32	3,3	0,77
3ο ΒΙΟ	High	1035	0,82	22.6	0,73	5.8	0,5	3,42	0,74
1ο ΣΥΜΒ	Very High	1191	0,95	22.8	0,75	6.1	0,37	3,25	0,76
2ο ΣΥΜΒ	Very High	1097	0,91	22.8	0,77	5.8	0,35	3,38	0,8

Τα ΑΓΔ δίνουν πολύ καλά και ενδιαφέροντα αποτελέσματα, και για τις στρεμματικές αποδόσεις που και εδώ συμφωνούν απόλυτα με τις πραγματικές μετρήσεις. Ο πίνακας 12 επιβεβαιώνει αυτό το γενικό συμπέρασμα όσον αφορά τη στρεμματική απόδοση κάθε αμπελοτεμαχίου. Έτσι τα αμπελοτεμάχια του κάμπου Ελειός 1 και Ελειός 2 έχουν τις μικρότερες αποδόσεις ήτοι 465 κιλά/στρέμμα και 448 κιλά/στρέμμα αντίστοιχα. Το ίδιο επιβεβαιώνει και το ΑΓΔ μοντέλο που δίνει τιμές LOW και συγκεκριμένα τιμές 0,46 και 0,43 αντίστοιχα. Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες αυτό το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο καθόσον οι δύο συγκεκριμένοι αμπελώνες δεν καλλιεργήθηκαν με τον ίδιο τρόπο (δεν έγινε καλλιέργεια εδάφους, μηδενική λίπανση, δεν έγινε Κορυφολόγημα, ξεφύλλισμα κ.α.) και οι ασθένειες ωίδιο και περονόσπορος ήσαν σε υψηλά επίπεδα σε σύγκριση με τους άλλους 4 αμπελώνες όπως αυτά δίνονται στα δεδομένα του πίνακα 10. Τα ΑΓΔ για την περίπτωση του αμπελοτεμαχίου Μιτακάτα η στρεμματική απόδοση θεωρείται υψηλή (HIGH) τιμή προσομοίωσης 0,83 πίνακας 12. Αυτό επιβεβαιώνει και η πραγματική μέτρηση που δίνει 778 κιλά/στρέμμα και που θεωρείται αρκετά ικανοποιητική από τους εμπειρογνώμονες, πίνακας 10. Να σημειωθεί εδώ ότι για τα Μιτακάτα έγιναν οι ανάλογες καλλιέργειες (έγινε ελαφρά καλλιέργεια εδάφους, λίπανση με κοπριά, έγινε ελαφρό κορυφολόγημα, αυστηρό ξεφύλλισμα, κ.α.) και οι ασθένειες ωίδιο και περονόσπορος δεν ήσαν σε υψηλά επίπεδα σε σύγκριση με τους άλλους 4 αμπελώνες όπως αυτά δίνονται στα

δεδομένα του πίνακα 10. Τα δύο αμπελοτεμάχια Φαγιάς 1^{ος} και 2^{ος} έχουν μεσαία απόδοση 556 και 620 κιλά/στρέμμα αντίστοιχα αποτέλεσμα που επίσης επιβεβαιώνεται από το μοντέλο ΑΓΔ με τιμές (MEDIUM) 0,57 και 0,63 αντίστοιχα. Ενώ την μεγαλύτερη στρεμματική απόδοση την έχει ο Φαγιάς 3^{ος} 858 κιλά/στρέμμα γεγονός που ίσως οφείλεται στην πιο καλή και προσεκτική καλλιέργεια. Το ΑΓΔ μοντέλο μας δίνει μία αντίστοιχη τιμή 0,92 με λεκτική τιμή πολύ υψηλή (VERYHIGH).

Οι στρεμματικές αποδόσεις στην ποικιλία Ζακυνθινό είναι μεγαλύτερη ανά στρέμμα συγκριτικά με την ποικιλία Ρομπόλα βάσει των μετρήσεων, πίνακας 11 αυτό την καθιστά και πιο παραγωγική σαν ποικιλία. Αυτές οι διαφορές στις στρεμματικές αποδόσεις αυτής της ποικιλίας οφείλονται βάσει των εμπειρογνομόνων σε διαφορετικά μορφολογικά τεμάχια και λόγω των διαφορετικών αμπελοκομικών τεχνικών που εφαρμόζονται Έτσι στα αμπελοτεμάχια 1^ο ΒΙΟ και 2^ο ΒΙΟ που έγιναν οι λιγότερες καλλιεργητικές φροντίδες βλέπουμε την μικρότερη παραγωγή για την ποικιλία Ζακυνθινό με 696 και 540 κιλά/στρέμμα αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα των ΑΓΔ και εδώ επιβεβαιώνουν αυτό το μετρήσιμο αποτέλεσμα με τις τιμές 0,67 και 0,48 ή με τις λεκτικές τιμές MEDIUM και LOW αντίστοιχα. Ενώ τις μεγαλύτερες αποδόσεις τις είχαν τα 2 συμβατικά αμπελοτεμάχια που είχαν την μεγαλύτερη φροντίδα από τον παραγωγό και την λίπανση. Συγκεκριμένα τα αμπελοτεμάχια 1 ΣΥΜΠ 2 ΣΥΜΠ είχαν παραγωγή 1191 κιλά/στρέμμα και 1097 κιλά/στρέμμα αντίστοιχα με τα ΑΓΔ να επιβεβαιώνουν αυτά τα αποτελέσματα με τιμές 0,95 και 0,91 αντίστοιχα ή με τις λεκτική τιμή ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ (VERYHIGH) και για τις δύο περιπτώσεις.

3.5.5 Συμπεράσματα

Για πρώτη φορά επιλέχθηκαν αμπελώνες από την Κεφαλονιά για συστηματική και εκτεταμένη μελέτη. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν έξι (6) αμπελώνες με Ρομπόλα Κεφαλληνίας και πέντε (5) αμπελώνες με Ζακυνθινό. Κατεγράφησαν όλες οι καλλιέργειες και έγιναν οι απαιτούμενες μετρήσεις για το βάρος, τα οξέα και τα σάκχαρα και στα 11 συνολικά αμπελοτεμάχια. Στην παρούσα Μεταπτυχιακή εργασία, γίνεται χρήση για πρώτη φορά της νέας μεθόδου των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων(ΑΓΔ) για μοντελοποίηση των συγκεκριμένων 11 αμπελώνων.

Φαινολογικά στάδια: Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας βλέπουμε ότι οι αισθητές διαφορές των δύο ποικιλιών είναι στο μήκος της ταξιανθίας και στα ποσοστά καρπόδεσης.

Πορεία σακχάρων και οξέων: Η ποικιλία Ρομπόλα είναι πρωιμότερης ωρίμανσης από την ποικιλία Ζακυνθινό, έχει υψηλότερες οξύτητες και είναι πολύ ευαίσθητη στην οινοποίηση.

Στρεματικές αποδόσεις: Τα συμβατικά αμπελοτεμάχια με την υψηλότερη καλλιεργητική φροντίδα έχουν τις υψηλότερες στρεματικές αποδόσεις συγκριτικά με τα υπόλοιπα αμπολεταμάχια ανεξαρτήτως της ποικιλίας ή της περιοχής ή της φροντίδας. Αυτό δεν τα κάνει απαραίτητα και ποιοτικά.

Ασθένειες: Τα αμπελοτεμάχια που είχαν συμβατική μέθοδο καταπολέμησης των ασθενειών είχαν τις λιγότερες προσβολές. Τα αμπελοτεμάχια που δεν είχαν καμία φροντίδα είχαν τις μεγαλύτερες προσβολές.

Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα: Από την ανάλυση όλων των αποτελεσμάτων μπορεί κανείς να εξάγει το γενικό συμπέρασμα ότι το νέο μαθηματικό μοντέλο των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων για την αμπελουργία αναμφίβολα δίνει μια νέα πνοή στη μελέτη της αμπελουργίας και κατ' επέκταση στη οινοποίηση. Η χρήση του μοντέλου ΑΓΔ προϋποθέτει τη στενή συνεργασία των αμπελουργών, των Γεωπόνων και των Μηχανικών με γνώσεις αυτού του επιστημονικού πεδίου. Αναμφισβίτητα χρειάζονται πιο αναλυτικά μοντέλα που θα λαμβάνουν πολύ σοβαρά υπ όψιν τους παράγοντες και μεταβλητές που επηρεάζουν την όλη διαδικασία της αμπελουργίας. Για παράδειγμα, διατυπώθηκε το εξής συμπέρασμα ανωτέρω: «Στα πεδινά τεμάχια της Ρομπόλας η ωρίμανση άρχισε νωρίτερα από ότι στα ορεινά τεμάχια αλλά ο ρυθμός αύξησης των σακχάρων στα ορεινά είναι μεγαλύτερος από τα πεδινά, αφού ο τεχνολογικός τρύγος έγινε 4 μέρες νωρίτερα από τα πεδινά τεμάχια Ρομπόλας».

Αυτή η θεωρητική και πραγματική πορεία του σταφυλιού μπορεί να αποτυπωθεί στο ΑΓΔ αφού κατανοηθεί πολύ καλά από τον Μηχανικό και αφού ορισθούν οι αντίστοιχες Έννοιες- Concepts. Έτσι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το νέο «εργαλείο» των ΑΓΔ με μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα ούτως ώστε να προσφέρει μεγαλύτερη βοήθεια στον αμπελουργό αλλά και στον Γεωπόνο που βρίσκεται σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amerine M.A., Berg H.W., Kunkee R.E., Ough C.S., Singleton V.L., Webb A.D., 1980, The Technology of Wine Making (4th Edition)
- Becker N., Zimmermann H., 1984 Bull. OIV, 573-583

- Becker N.J. 1977, The influence of geographical and topographical factors on the quality of the grape crop
- Barnard C., Thomas J.E., 1933, Journal of the Council of Scient and Ind. Res. 6, 285-294
- Bessis R., Fournioux J.C. 1992, Zone d'abscission et coulure de la vigne, *Vitis* 31:9-21
- Boss P.K., Buckeridge E.J., Poole A., Thomas M.R. 2003, New insights into grapevine flowering, *Funct. Plant Biol.* 30(60):593-606
- Brown K., Jackson D.I., Steans G.F. 1988, Effects of Chlormequat, girdling, and tipping on berry set in *Vitis vinifera* L, *Am. J.Enol. Vitic.* 39:91-94
- Collins C., Dry P.R. 2009, *Australian Journal of Grape and Wine Research* 15(3):256-267
- Coombe B.G. 1962, The effect of removing leaves, flowers and shoot tips on fruit-set in *Vitis vinifera*., *Journal of Hericultural Science* 37, 1-15.
 - -1959, Fruit set and development in seeded grape varieties as affected by defoliation, topping, girdling, and other treatments, *Am. J. Enol.Vitic.* 10:85-100
 - -1992, research on developing and ripening of the grape berry, *Am. J. Enol. Vitic.* 43:101-110
- Dokoozlian N.K., Kliewer W.M., 1996 *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 121:869-874
 - -1995, *Am. J. Enol. Vitic.* 46:209-218
 - Dokoozlian N.K., Ebisuda N.C., Neja R.A. 1998, *HortScience* 33(5):857-859
- Duchene E., Schneider C., Gaudillere J.P. 2001, *Vitis* 40, 45-46
- Dunn G.M., Martin S.R. 2007, A functional association in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon between the extent of primary branching and the number of flowers formed per inflorescence, *Australian Journal of Grape and Wine Research* 13(2):95-100
- Gehlen P., Neu J., Schroder D. 1988, Soil chemical and soil biological properties of conventionally and organically managed vineyards at the Mosel River, *Wein-Wiss* 43:161-173
- Bourguignon C., Gabucci L. 2000, Comparisons of chemical analysis and biological activity of soils cultivated by organic and biodynamic methods
- Reeve J.R., Carpenter-Boggs L., Reganold J.P., York A.L., Mcgourty G., Mccloskey L.P. 2005, Soil and winegrape quality in biodynamically and organically managed vineyards, *Am. J. Enol. Vitic.* 56:367-367
- Hale C.R., Buttrose M.S. 1974, Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis Vinifera* L. cv. Cabernet sauvignon, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 99(5):390-394
- Hale C.R., Weaver R.J. 1962, The effect of developmental stage of direction of translocation of photosynthate in *Vitis vinifera*, *Hilgardia* 33(3):89-141
- Hamilton R.P. 1988, Wind effects on grapevines, στο Smith R., Thornton R., Rodriguez S., Young J., *Proceedings of the Second International Symposium for Cool Climate Viticulture and Enology*, Auckland, New Zealand, 65-68
- Howard A., Wad D.Y. 1931, *The Waste Products of Agriculture-Their Utilization as Humus*, Oxford University Press, London
- Jackson D.I. 1986, Factors affecting soluble solids, acid, pH, and color in grapes, *Am. J. Enol.*
- Jones G.V. and Hellman E. W. 2003 *Site assessment in Hellman (επιμ) Oregon Viticulture*, Corvallis, Oregon: Oregon State University Press

- Jona R., Botta R. 1988, *Israel Journal of Botany* 37, 203-216
- Smart R.E. 1982, Vine manipulation to improve wine grape quality, στο Webb A.D. (επιμ), *Proceedings of Grape and Wine Centennial Symposium*, 18-21 June 1980, Ντέιβις, Καλιφόρνια, 362-375
- May P. 2004, *Flowering and Fruit Set in Grapevines*, Adelaide: Lythrum Press
- Friend A.P., Trought M.C.T., Crease G.L. 2009, The influence of seed weight on the development and growth of berries and live green ovaries in *Vitis vinifera* L. cvs. Pinot Noir and Cabernet Sauvignon, *Australian Journal of Grape and Wine Research* 15(2): 166-174
- Keller M., Viret O., Cole F.M. 2003, Botrytis cinerea infection in grape flowers: defence reaction, latency and disease expression, *Phytopathology* 93:316-322
- Kliewer W.M. 1967, The glucose-fructose ratio of *Vitis Vinifera* grapes, *Am. J. Enol. Vitic.* 18:33-41
- Kliewer W.M. 1975, Effect of root temperature on budbreak, shoot growth, and fruit-set of ‘Cabernet Sauvignon’ grapevines, *Am. J. Enol. Vitic.* 26:82-89
- Kliewer W.M., Antcliff A.J. 1970, Influence of defoliation, leaf darkening, and cluster shading on the growth and composition of Sultana grapes, *Am. J. Enol. Vitic.* 21:1:26-36
- Lavee S., Nir G. 1986 In: *Handbook on Fruit set and Development*, CRC Press, pp 167-191
- Lovisolo C., Hartung W., Schubert A. 2002, Whole-plant hydraulic conductance and root-to-shoot flow of abscisic acid are indeoendently affected bt water stress in grapevines, *Funct. Plant Biol.* 29(11): 1349-1356
- May P. 2000, From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in *Vitis vinifera* L., *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6(2), 82-98
- May P. 1964, Uber die knospen – und Infloreszenzentwicklung der Rebe, *Wein-Wiss* 19:457-485
- Mullins M.G., Bouquet A., Williams L.E. 1992, *Biology of the Grapevine*, Cambridge University Press
- Ollat N., Gaudillere J.P. 1998, The effect of limiting leaf area during stage I of berry growth on development and composition of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon, *Am. J. Enol. Vitic.* 49:251-258
- Pearson and Goheen A.C. (επιμ.) 1988, *Compendium of Grape Disease (Disease Compe* American Phytopathological Society
- Prescott J.A. 1965, The climatology of the vine (*vitis Vinifera* L.): The cool limits of cultivation, *Transcriptions of the Royal Society of Southern Australia* 89:5-23
- Reynolds A.G., Edwards C.G., Wardle D.A., Webster D.R., Dever M. 1994a, Shoot density affects ‘Riesling’ grapevines, I. Vine performance, *J.Am. Soc. Hortic. Sci.* 119:874-880
- Ribereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdiou D. 2000, *Handbook of enology 2, The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*, New York: John Wiley and Sons, LTD
- Robinson S.P., Davies C. 2000, *Aust. J. Grape Wine Res.* 6, 175-188

- Romero P., Fernandez -Fernandez J.I. & Martinez-Cutillas A. 2010, Physiological thresholds for efficient regulated deficit irrigation management in winegrapes grown under semiarid conditions, *Am. J. Enol. Vitic.* 61, 300-312
- Saini H.S. 1997, *Sexual Plant Reproduction* 10,67-73
- Scienza A., Mirava;;ece C., Fregoni M. 1978, *Vitis* 17,361-368
- Shaulis N.J., May P. 1971, Response of ‘Sultana’ vines to training on a divided canopy and to shoot crowding, *Am. J. Enol. Vitic.* 22:215-222
- Shavrukov Y., Dry I., Thomas M. 2003, *Aust J. Grape Wine Res.* 10,116-124
- Srinivasan C., Mullins M.G. 1981, Physiology of flowering in the grapevine. A review, *Am. J. Enol. Vitic.* 32:47-63
- Staudt G. 1973b, Meiosis and Pollen fertility in grape vines. *Genetics* 74 Supplement, 265
- Scolefield P.B., May P., Neales T.F. 1977, *Scientia Horticulturae* 7, 123-132
- Woodward F.I. 1987, Stomatal numbers are sensitive to increases in CO₂ from pre-industrial levels, *Nature* 327:617-618
- Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A. 1974, *General Viticulture*, Berkeley: University of California Press
- Poni S., intieri C., Silvestroni O. 1994a, Interactions of leaf age, fruiting, and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. I. Gas exchange, *Am. J. Enol. Vitic.* 45:71-78
 - --1994b, Interactions of leaf age, fruiting and exogenoys cyokinins in Sangiovese Grapevines under non-irrigated conditions. II. Chlorophyll and nitrogen content, *Am. J. Enol. Vitic.* 45:278-284
- Ojeda H., Deloire A., Carbonneau A. 2001, *Vitis* 40, 141-145
- De Marchi, S., “Mathematics and wine”, *Applied Mathematics and Computation* 192(2007)180–190
- Cozzolino, D., Cynkar, W.,U., Shah, N., Damberg, R., G., Smith, P., A(2009 “A brief introduction to multivariate methods in grape and wine analysis”, *International Journal of Wine Research*, 2009:1 pp.123-130.
- Groumpos, P., P. and Groumpos P., V. (2016) “Modeling Vineyards Using Fuzzy Cognitive Maps” In *Proceedings of IEEE MED 2016 International Conference*, June 2016, Athens, pp. 216-224.
- V. P.Groumpos, K. Biniari and P. P. Groumpos (2016) “ANewMathematicalModellingApproachFor ViticultureAndWinemakingUsingFuzzy CognitiveMaps” in *Proc. 11th IEEE International, ELECTRO 2016*, High Taras, Zilina, Slovakia, pp.134-140
- P.Groumpos and C.Stylios,”Modelling supervisory control systems using fuzzy cognitive maps”,*Chaos,Solitons&Fractals*,vol.11,no. 1-3,pp.329-336,2000.
- Λαναρίδης Π. 1993, *Ασκήσεις Οινολογίας*
- Λαναρίδης Π. 2000, *Σημειώσεις Οινολογίας I*
- Τσακίρης Α. 2011, *Αμπελουργία και Οινολογία*
- Ε. Η. Σουφλερός, *Οινολογία Επιστήμη και Τεχνολογία*, Θεσσαλονίκη 2012
- Σταυρακάκης Μ.Ν. 2010, *Αμπελουργία Εκδόσεις Τροπή*, Αθήνα

- Ζάχος Δ.Γ. 1959, Έρεθνα επί της βιολογίας και επιδημιολογίας του περονόσπορου της Αμπέλου εν Ελλάδι. Βάσεις προγνώσεων και προειδοποιήσεων, Χρονικά Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτο 2:195-364
- Νταβίδης Ο.Ξ. 1977, Ελληνική Αμπελολογία, τ.Α΄. Στοιχεία Γενικής Αμπελουργίας, Αθήνα
 - --1982, Ελληνική Αμπελολογία, τ. Β΄. Αμπελοκομική τεχνική, Αθήνα
- Σιδηράς ν. 2005, Βιολογική γεωργία. Φυτική παραγωγή, ΔΗΩ, Αθήνα
- Παναγόπουλος Χ.Γ. 2007, Ασθένεις καρποφόρων δένδρων και αμπέλου, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Ρούμπος Ι.Χ. 1989, Ασθένεις και εχθροί της αμπέλου, Σύγχρονα Θέματα, Θεσσαλονίκη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

A.1 Ιστορική αναδρομή της αμπελουργίας και της οινοποιίας

Δύσκολο να προσδιοριστεί η ακριβής χρονική στιγμή που ο άνθρωπος συνάντησε την άμπελο, αλλά καθόλου δύσκολο να φανταστεί κανείς την ευχάριστη έκπληξή του όταν δοκίμασε τους υπόξινους τότε καρπούς της. Άρρηκτα δεμένη με το ανθρώπινο είδος, η καλλιέργεια της αμπέλου στη χώρα μας αποκαλύπτεται από τους μύθους, τις παραστάσεις σε αγγεία και νομίσματα, τα αρχαιολογικά ευρήματα-απομεινάρια της παραγωγής οίνου. Σήμερα η επιστημονική έρευνα έχει καταδείξει την προέλευση του φυτού από τον Καύκασο, ενώ δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι Μινωίτες μετέδωσαν τη γνώση της καλλιέργειας της αμπέλου τόσο στην ηπειρωτική Ελλάδα όσο και στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Τα συμπεράσματα στα οποία έχει καταλήξει η σύγχρονη έρευνα, αφορούν το γεγονός ότι το φυσικό περιβάλλον ευνοούσε την ύπαρξη αλλά και την καλλιέργεια της αμπέλου στη Βόρεια Ελλάδα. Ιδιαίτερα σημαντικός ήταν επίσης ο συσχετισμός του συγκεκριμένου φυτικού είδους με την ευρύτερη παραγωγή τροφής του εκάστοτε οικισμού, καθώς και το περιβάλλον στο οποίο ο οικισμός αυτός ήταν ενταγμένος. Από τη Νεολιθική εποχή και μέσα στην εποχή του Χαλκού το φυσικό περιβάλλον δημιούργησε ιδανικές συνθήκες για την εισαγωγή νέων πολιτιστικών στοιχείων, την εντατικοποίηση της καλλιέργειας της γης και την αύξηση της παραγωγής. Η επάρκεια των αγαθών κατά συνέπεια οδήγησε σε δευτερογενείς παραγωγικές δραστηριότητες, όπως η αμπελοκαλλιέργεια. Γενικά η εντατική καλλιέργεια της αμπέλου είναι συνδεδεμένη με ιεραρχημένες κοινωνίες στον ελληνικό χώρο, με κοινωνίες όπως αυτές της Εποχής του Χαλκού που θεωρούνται κοινωνίες ικανές να συγκεντρώσουν το κεφάλαιο που απαιτείται για την παραγωγή του οίνου, είτε με τη μορφή αμπελιών που αποδίδουν μετά από ένα αριθμό ετών, είτε με τη μορφή επιπλέον εργασίας που απαιτεί η δενδροκαλλιέργεια, είτε με τη μορφή ειδικών εγκαταστάσεων οινοποιίας.

Οι αρχαιολογικές έρευνες έχουν φέρει στο φως σπόρους καλλιεργημένων σταφυλιών στην Αίγυπτο και την Κεντρική Ασία από το 4000 π.Χ. Στον ελλαδικό χώρο έχουν επίσης έρθει στο φως κατάλοιπα του καρπού της αμπέλου σε θέσεις όπως ο Καστανάς, το Σέσκλο, ο Αχίλλειος Θεσσαλίας, τα Θαρρούνια Ευβοίας και το Φράγγι της Πελοποννήσου. Έχουμε δηλαδή κατάλοιπα από τη Μακεδονία, τη Θεσσαλία, την Εύβοια, την Πελοπόννησο, την Κρήτη, αλλά και την Τροία από το τέλος της Νεολιθικής εποχής. Στην εποχή του Χαλκού τα σχετικά ευρήματα αυξάνονται και έτσι συναντάμε σχετικά κατάλοιπα στη Λέρνα, τον Άγιο Κοσμά, τη Μύρτο, τη Φαιστό, τις Μυκήνες, την Τίρυνθα. Με βάση μάλιστα πρόσφατη αρχαιολογική ανακοίνωση, στο Ντίκιλι Τας - στον προϊστορικό οικισμό από πασσαλόπηκτες καλύβες της μέσης νεολιθικής και πρώιμης εποχής του Χαλκού (6η-3η χιλιετίες π.Χ.) κοντά στον αρχαιολογικό χώρο των Φιλίππων - βρέθηκαν 2.460 καμένοι σπόροι σταφυλιών και 300 φλούδια από σταφύλι ηλικίας 6.500 που πιθανόν χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή οίνου, αποτελώντας τα αρχαιότερα πατημένα σταφύλια που έχουν έρθει μέχρι σήμερα στο φως.

A.2 Ο Μύθος

Την όμορφη Σεμέλη, κόρη του Κάδμου, βασιλιά της Θήβας, ερωτεύτηκε σφοδρά ο Δίας και η για πολλοστή φορά πληγωμένη Ήρα αποφάσισε να εκδικηθεί. Έπεισε την κνοφορούσα Σεμέλη

να ζητήσει από τον Δία να αποδείξει την αγάπη του παρουσιαζόμενος μπροστά της με όλη τη θεϊκή πανοπλία, συμπεριλαμβανομένων των κεραυνών και των αστραπών. Κάρβουνο έγινε η Σεμέλη, αλλά ο Δίας πρόλαβε να σώσει το έμβρυο, που το τοποθέτησε στον μηρό του ώσπου να ολοκληρωθεί η ανάπτυξή του. Άνοιξη ήταν όταν ο Διόνυσος «βλάστησε» από τον μηρό του πατέρα του.

A.3 Λέξεις για υποσημείωση και ετυμολογική εξήγηση:

Άμπελος: 1.εκ του ανά +πέλω = ξανα -γεννιέμαι, ξανα -υπάρχω . Προφανώς το όνομα αυτό εδόθη στο φυτό της αμπέλου διότι ενώ κάθε χειμώνα έχει την εμφάνιση ενός εντελώς ξερού φυτού κάθε άνοιξη ξανά – ζωντανεύει . Εξ ου και η χρήση του φυτού ως συμβόλου αναγέννησης στη Διονυσιακή αλλά και στη Χριστιανική λατρεία. 2.Εκ του αμφί+ είλω= περίξ- ελίσσομαι (LiddelandScottLexicon). Αυτή η ετυμολογική εκδοχή φανερώνει την ιδιότητα της αμπέλου να περιελίσσεται καθώς αναρριχάται. Η πρώτη ετυμολογία φαίνεται πιο εύλογη.

Οίνος: Εκ του ονίνημι= ωφελώ. Επίσης: Οίνος εύφρων, Ιλ. Γ.246 = οίνος παρέχων ισχύν και ζωηρότητα. (LiddelandScottLexicon) Lat. Vinum . Εμπεριέχει το θέμα iv- της Ομηρικής λέξης ίς-ινός= ισχύς Lat. Vis = ισχύς . Οίνος επομένως είναι το προϊόν της αμπέλου που ωφελεί και δυναμώνει τον άνθρωπο φυσικά όταν καταναλώνεται με «μέτρο».

Στάφυλος: Εκ του στειβω, στέμβω, στυφελίζω =καταπατώ. Εξ ου και τα «πατημένα σταφύλια» ονομάζονται «**στέμφυλα**» (LiddelandScottLexicon)

Ράγα: αρχ. ραξ-ραγός και ρωξ-ρωγός. Εκ του ρήγνυμι ή εκ του ρέω . (LiddelandScottLexicon) Η ετυμολογία της λέξης παραπέμπει στο γεγονός ότι με την έκθλιψη η ράγα ρήγνυται και ρέει ο χυμός.

Γίγαρτον: Πιθανολογείται ότι είναι Πελασγική λέξη αφού περιέχει αναδιπλασιασμό που φανερώνει ένταση ή επανάληψη. Προτεινόμενη φιλοσοφική ερμηνεία σύμφωνα με τη μέθοδο που παρουσιάζεται στον διάλογο *Κρατύλος* του Πλάτωνος : γι+γ=αρ+τον : (γι) επαναλαμβανόμενη (γ)εκ της γης (αρ)άρσις (τον) όργανον . Σύμφωνα με αυτή την εξήγηση , το γίγαρτον είναι το όργανο μέσω του οποίου συνεχώς αναγεννάται η άμπελος.

A.4 Μετρήσεις βλαστών ταξιανθιών πυλιδίων και ραγών

	ΡΟΜΠΟΛΑ				
	ΜΗΚΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΑΣ (cm)	ΚΟΜΒΟΙ ΒΛΑΣΤΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ (cm)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΛΙΔΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΓΩΝ
ΦΑΓΙΑΣ 1	20	21	178	312	110
	14.7	16	137	354	95
	19.5	16	145.5	270	122
	15	18	110	232	226
	13.3	16	158.3	368	185
	15.5	17	101.5	250	68
	15	22	183	235	138
	15.7	16	126.3	325	92
	13.7	18	113.5	317	154
	14.6	19	169.5	235	96

	16.8	16	151	328	102
		ΖΑΚΥΝΘΙΝΟ			
ΜΗΚΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΑΣ (cm)	ΚΟΜΒΟΙ ΒΛΑΣΤΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ (cm)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΥΛΙΔΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΓΩΝ	
3 ΒΙΟ	21.5	17	175	596	231
	14.3	14	128	635	281
	20.2	15	142	728	158
	17.2	14	163	495	125
	17.5	15	197.5	637	165
	16.3	12	113.5	588	143
	21.2	13	147	655	185
	19.3	13	162	427	162
	18.7	16	123	548	204
	16.9	14	158	712	263
	19.5	15	135	435	122
	20.3	13	195	651	178
		16.3	20	180	385
	14.2	15	121.5	336	137
	17.9	17	105.6	269	55
M.O	15.9	17.6	141.5	301.14	126.86

	16.6	16	125	514	115
	19.5	12	116	557	112
M.O.	18.50	14.2	148.57	584.14	174.57

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΑΣΑΦΗΣ ΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΑΣΑΦΗ ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

B.1 Εισαγωγή στην Ασαφή Λογική

Η Ασαφής Λογική είναι ένα υπερσύνολο της κλασσικής λογικής, η οποία έχει επεκταθεί ώστε να μπορεί να χειριστεί τιμές μεταξύ του «απολύτως ψευδούς» και του «απολύτως αληθούς». Η έννοια της Ασαφούς Λογικής εισήχθη το 1960 από τον Zadeh και είναι κατάλληλη για την αναπαράσταση της γνώσης και της εμπειρίας αλλά και για τη δημιουργία μηχανισμών συμπερασμού. Έκτοτε γνώρισε μεγάλη ανάπτυξη και πλέον χρησιμοποιείται σε κάθε τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Τα ασαφή μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιούν αβέβαιες και ακαθόριστες πληροφορίες, χωρίς να απαιτούν ακριβή αριθμητικά δεδομένα των παραμέτρων του συστήματος. Ουσιαστικά η ασαφής λογική μέσα από ένα σύνολο απλών λεκτικών κανόνων μπορεί να μοντελοποιήσει τη γνώση και την εμπειρία ενός έμπειρου χρήστη. Έτσι διαμορφώνεται ένα σύστημα βασισμένο στη γνώση, το οποίο οδηγεί σε απλούστερα μοντέλα, πιο εύχρηστα και πιο κοντά στην ανθρώπινη λογική. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εφικτός ο έλεγχος συστημάτων ακόμα και σε συνθήκες λειτουργίας στις οποίες οι κλασσικές μέθοδοι αποτυγχάνουν.

Τα πλεονεκτήματα της Ασαφούς Λογικής είναι ότι είναι ευπροσάρμοστη, ανεκτική σε μη ακριβή δεδομένα, εύκολα κατανοητή ακόμα και από τρίτους, ταιριάζει στην ανθρώπινη γλώσσα και τον ανθρώπινο τρόπο σκέψης και μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες τεχνικές ελέγχου.

ΑΣΑΦΗ ΣΥΝΟΛΑ

Το 1965 ο Zadeh (1965) παρουσίασε τη θεωρία των ασαφών συνόλων, σύμφωνα με την οποία μία τιμή μπορεί αν ανήκει ταυτόχρονα σε πολλά υποσύνολα, στο κάθε ένα με ένα βαθμό συμμετοχής. Το ασαφές σύνολο είναι ένα τέτοιο υποσύνολο το οποίο περιλαμβάνει στοιχεία, που το κάθε ένα έχει ένα βαθμό συμμετοχής.

Βασικοί Όροι

Στην κλασική θεωρία των συνόλων, ένα σύνολο αποτελείται από ένα πεπερασμένο ή άπειρο αριθμό στοιχείων και μπορεί να αναπαρασταθεί με την απαρίθμηση των στοιχείων του ως εξής:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$$

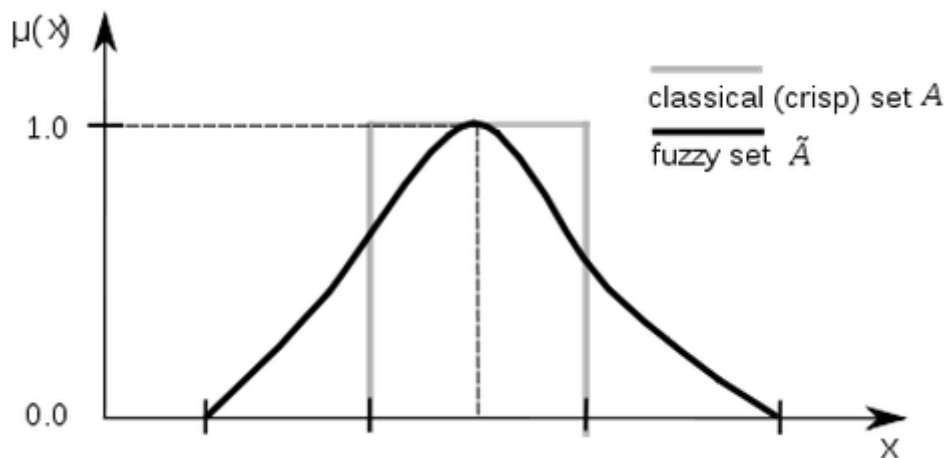
Τα στοιχεία όλων των συνόλων ανήκουν σε ένα υπερσύνολο αναφοράς. Αν αυτά τα στοιχεία a_i ($i=1, \dots, n$) του A αποτελούν ένα υποσύνολο του υπερσυνόλου αναφοράς X , τότε το σύνολο A μπορεί να αναπαρασταθεί από όλα τα στοιχεία $x \in X$ σύμφωνα με τη χαρακτηριστική συνάρτηση:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \alpha\nu x \in X \\ 0 & \alpha\nu x \notin X \end{cases} \quad (\text{B.1})$$

Στην κλασική θεωρία των συνόλων το $\mu_A(x)$ μπορεί να πάρει τις τιμές 0 ("false") και 1 ("true"). Τέτοια σύνολα ονομάζονται crisp σύνολα (crisp sets). Τα μη-crisp σύνολα ονομάζονται ασαφή σύνολα (fuzzy sets). Ασαφές Σύνολο είναι οποιοδήποτε σύνολο το οποίο επιτρέπει τα μέλη του να έχουν διαφορετικούς βαθμούς συμμετοχής στο διάστημα $[0,1]$. Για τα ασαφή σύνολα επίσης μπορεί να οριστεί μία συνάρτηση, η οποία ονομάζεται Συνάρτηση Συμμετοχής (Membership Function).

Η συνάρτηση συμμετοχής υποδεικνύει το βαθμό κατά τον οποίο το σύνολο x ανήκει στο σύνολο A , δηλαδή

$$\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1] \quad (\text{B.2})$$



Σχήμα Β.1 Χαρακτηριστική συνάρτηση συμμετοχής ενός κλασσικού ή crisp συνόλου και ενός ασαφούς συνόλου

Ένα ασαφές σύνολο A του υπερσυνόλου αναφοράς X μπορεί να εκφραστεί ως ένα σύνολο διατεταγμένων ζευγών:

$$A = \int \{ \mu_A(x) / x \} \quad \eta \quad \sum \{ \mu_A(x) / x \} \quad \text{για } x \in X \quad (\text{B.3})$$

Τα σύμβολα \int και \sum εκφράζουν το σύνολο και όχι το κλασικό ολοκλήρωμα ή το άθροισμα. Σε πιο απλή μορφή η παραπάνω σχέση (3) μπορεί να γραφεί ως

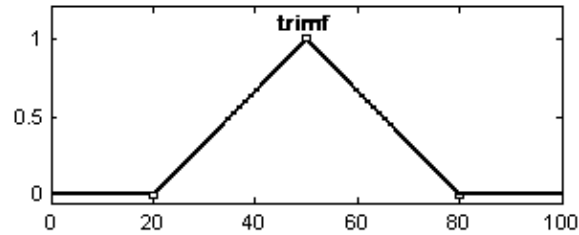
$$\mu_A(x) = \{ \mu_1(x) / x_1, \mu_2(x) / x_2, \dots, \mu_n(x) / x_n \}$$

Συναρτήσεις Συμμετοχής

Υπάρχουν διάφοροι τύποι συναρτήσεων συμμετοχής (Membership functions ή MF's) που αναπαριστούν τα ασαφή σύνολα όπως είναι η τριγωνική μορφή (triangular mf), η τραπεζοειδής (trapezoidal mf), η καμπανοειδής (generalize bell mf ή gbell mf), η γκαουσιανή (gaussian mf), η μορφή s (s mf), η μορφή pi (pi mf), η μορφή z (z mf), η σιγμοειδής (sigmoidal mf) ή ακόμα και μια συγκεκριμένη μαθηματική τιμή.

- Η τριγωνική συνάρτηση συμμετοχής (triangular mf) χαρακτηρίζεται από τις τρεις παραμέτρους $\{a, b, c\}$, ως εξής:

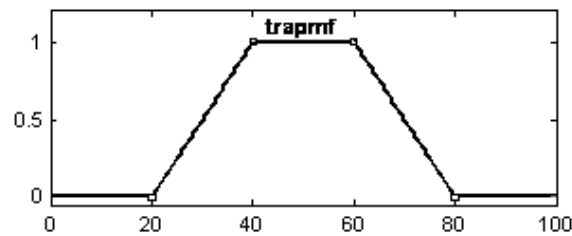
$$\text{triangle}(x; a, b, c) = \max \left(\min \left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right), 0 \right)$$



Σχήμα Β.2 Παράδειγμα τριγωνικής συνάρτησης συμμετοχής (x; 20, 50, 80)

- Η τραπεζοειδής συνάρτηση συμμετοχής (trapezoidal mf) χαρακτηρίζεται από τις τέσσερις παραμέτρους {a, b, c, d}, ως εξής:

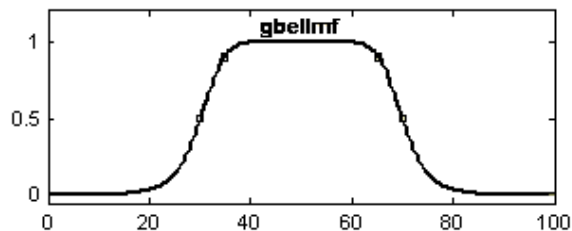
$$\text{trapezoid}(x; a, b, c, d) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right)$$



Σχήμα Β.3 Παράδειγμα τραπεζοειδής συνάρτησης συμμετοχής (x; 20, 40, 60, 80)

- Η καμπανοειδής συνάρτηση συμμετοχής (generalize bell mf ή gbell mf) χαρακτηρίζεται από τις τρεις παραμέτρους {a, b, c}, ως εξής:

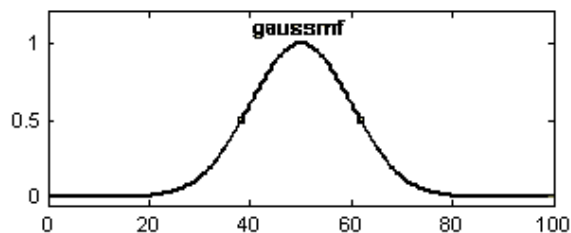
$$\text{bell}(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}}$$



Σχήμα Β.4 Παράδειγμα καμπανοειδής συνάρτησης συμμετοχής ($x; 20, 4, 50$)

- Η γκαουσιανή συνάρτηση συμμετοχής (gaussian mf) χαρακτηρίζεται από τις δύο παραμέτρους $\{\sigma, c\}$, όπου το σ καθορίζει το πλάτος της συνάρτησης συμμετοχής (mf) και το c αναπαριστά το κέντρο της mf :

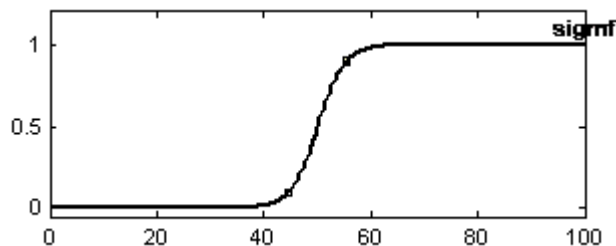
$$gaussian(x; \sigma, c) = e^{-\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2}$$



Σχήμα Β.5 Παράδειγμα γκαουσιανής συνάρτησης συμμετοχής ($x; 10, 50$)

- Η σιγμοειδή συνάρτηση συμμετοχής (sigmoidal mf) χαρακτηρίζεται από τις δύο παραμέτρους $\{\alpha, c\}$, ως εξής:

$$sigmoid(x; \alpha, c) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha(x-c)}}$$



Σχήμα Β.6 Παράδειγμα σιγμοειδής συνάρτησης συμμετοχής (x ; 0.4, 50)

Η σιγμοειδή συνάρτηση συμμετοχής χρησιμοποιείται για τα Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα.

Πράξεις Ασαφών Συνόλων

Μεταξύ των ασαφών συνόλων ορίζονται ορισμένες πράξεις όπως είναι η ένωση (union), η τομή (intersection), το γινόμενο (product, το αλγεβρικό άθροισμα (probor) και το συμπλήρωμα (complement) ενός ασαφούς συνόλου.

- Η **ένωση** (union) δύο ασαφών συνόλων A και B στο X ορίζεται ως εξής:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad \forall x \in X \quad (\text{B.4})$$

- Η **τομή** (intersection) δύο ασαφών συνόλων A και B στο X ορίζεται ως εξής:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad \forall x \in X \quad (\text{B.5})$$

- Το **γινόμενο** (product) δύο ασαφών συνόλων A και B στο X ορίζεται ως εξής:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x) \quad \forall x \in X \quad (\text{B.6})$$

- Το **αλγεβρικό άθροισμα** (probor) δύο ασαφών συνόλων A και B στο X ορίζεται ως εξής:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x) \quad \forall x \in X \quad (\text{B.7})$$

- Το **συμπλήρωμα** (complement) ενός ασαφούς συνόλου ορίζεται ως εξής:

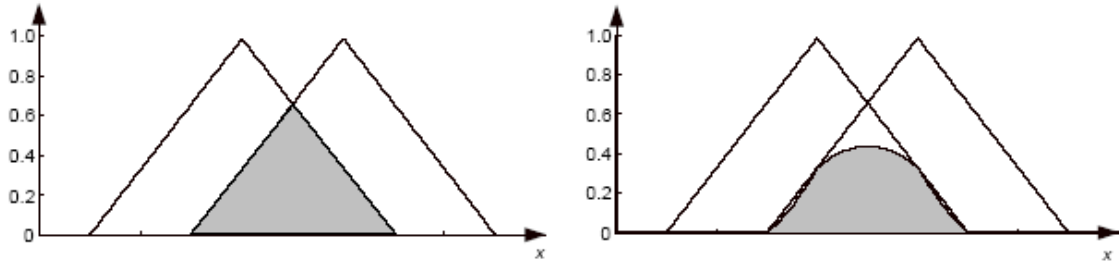
$$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A(x) \quad \forall x \in X \quad (\text{B.8})$$

Αν η συνάρτηση συμμετοχής ενός ασαφούς συνόλου A είναι μικρότερη ή ίση με τη συνάρτηση συμμετοχής ενός ασαφούς συνόλου B, τότε το ασαφές σύνολο A είναι υποσύνολο (subset) του ασαφούς συνόλου B:

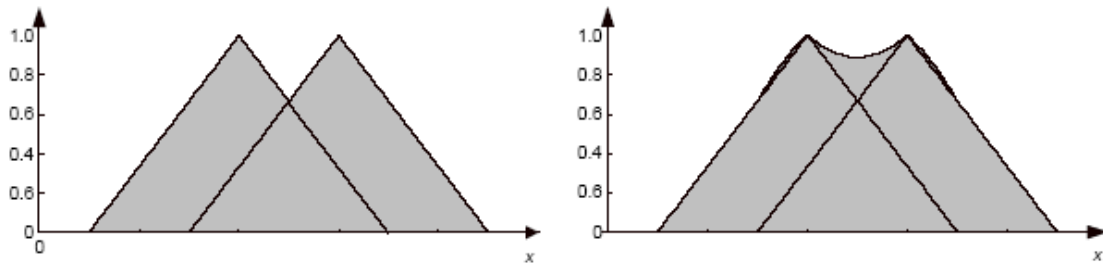
$$(A \subseteq B) \text{ αν } \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \quad \forall x \in X \quad (\text{B.9})$$

Ισότητα (identical) ασαφή σύνολα είναι δύο ασαφή σύνολα A και B όταν οι συναρτήσεις συμμετοχής τους σε όλα τα σημεία είναι όμοιες:

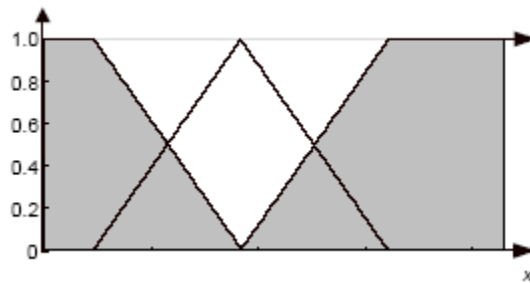
$$A = B \text{ αν } \mu_A(x) \equiv \mu_B(x) \quad \forall x \in X \quad (\text{B.10})$$



Σχήμα Β.7: Minimum (αριστερά) και Product (δεξιά) δύο ασαφών συνόλων



Σχήμα Β.8: Maximum (αριστερά) δύο ασαφή συνόλων και Probabilistic sum(δεξιά) δύο ασαφών συνόλων



Σχήμα Β.9: Complement ενός ασαφούς συνόλου

ΛΕΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΕΣ Ή ΦΡΑΚΤΕΣ

Τα ασαφή σύνολα εκφράζουν ασαφείς έννοιες που χρησιμοποιούνται καθημερινά στη φυσική γλώσσα του ανθρώπου, όπως είναι για παράδειγμα οι λεκτικοί όροι "κοντός", "μέτριος" και "ψηλός". Οι

ασαφείς αυτές έννοιες έχουν τη δυνατότητα να παράγουν άλλες με την χρήση λεκτικών τροποποιητών ή φρακτών (linguistic modifiers or linguistic hedges), όπως "πολύ", "πάρα πολύ", "ελαφρά", "σχεδόν", "επιπλέον" και "λιγότερο". Για παράδειγμα ο λεκτικός όρος "ψηλός" με τους παραπάνω λεκτικούς τροποποιητές παράγει ασαφείς έννοιες όπως "πολύ ψηλός", "πάρα πολύ ψηλός" κτλ.

Αν "A" ένας λεκτικός όρος και $\mu_A(x)$ η συνάρτηση συμμετοχής του, τότε σύμφωνα με τα παραπάνω οι τροποποιημένοι όροι του που θα παραχθούν, θα έχουν τις αντίστοιχες συναρτήσεις συμμετοχής :

- "Πολύ A": $\mu_{veryA}(x) = \mu_A^2(x)$ (B.11)

- "Πάρα πολύ A": $\mu_{veryveryA}(x) = \mu_A^4(x)$ (B.12)

- "Επιπλέον A": $\mu_{plusA}(x) = \mu_A^{1.25}(x)$ (B.13)

- "Λιγότερο A": $\mu_{minusA}(x) = \mu_A^{0.75}(x)$ (B.14)

- "Ελαφρώς A": $\mu_{slightlyA}(x) = \sqrt{\mu_A(x)}$ (B.15)

B.2 Απλά μοντέλα Ασαφών Γνωστικών Δικτύων

Τα Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα (ΑΓΔ) είναι μια υπολογιστική μέθοδος που δίνει τη δυνατότητα αντιμετώπισης πολύπλοκων συστημάτων ακριβώς όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος, χρησιμοποιώντας δηλαδή μια συλλογιστική διαδικασία που μπορεί να περιλαμβάνει διαφορούμενες και αβέβαιες περιγραφές. Προσφέρουν λοιπόν μια οικονομική, ευέλικτη, ταχεία και ευπροσάρμοστη προσέγγιση σε μια πληθώρα προβλημάτων (μηχανικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά, ενεργειακά, αγροτικά κ.α.) τα οποία είναι εξαιρετικά πολύπλοκα και μια καθαρά μαθηματική προσέγγιση των οποίων θα ήταν χρονοβόρα, επίπονη και θα απαιτούσε τη σπατάλη πολλών πόρων.

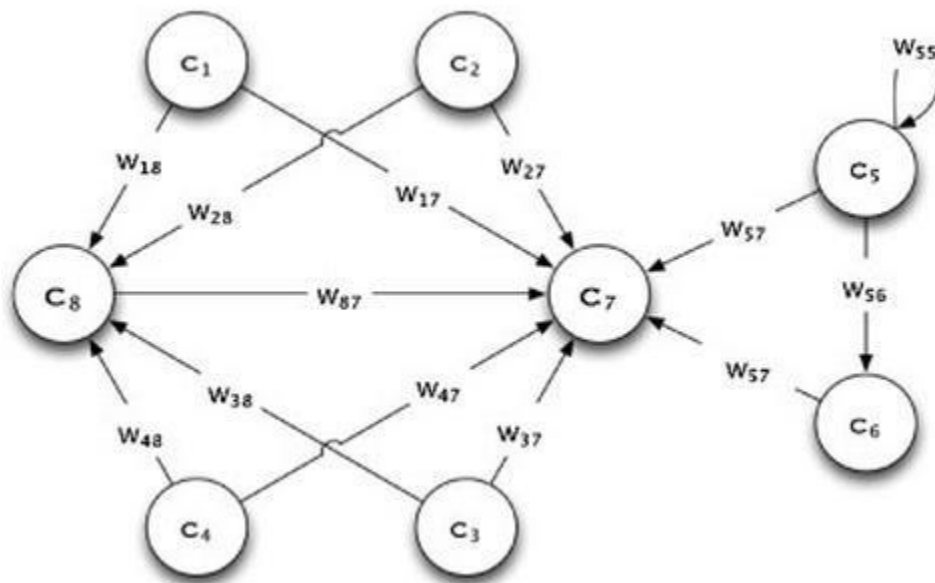
Τα ΑΓΔ εισήχθησαν από Kosko (1986) για να αντιπροσωπεύσουν τη σχέση αιτιότητας μεταξύ εννοιών- κόμβων, έρχονται δηλαδή να αναπαραστήσουν τη γνώση με ένα συμβολικό τρόπο και μοντελοποιήσουν τη συμπεριφορά συστημάτων που περιέχουν στοιχεία με πολύπλοκες

σχέσεις, οι οποίες πολλές φορές μπορεί να είναι κρυμμένες ή δυσανάγνωστες.

Στο εξής αυτή θα είναι και η ονοματολογία που θα χρησιμοποιείται ώστε να προσδιορίζεται η σχέση (διασύνδεση) μεταξύ δύο ή και περισσότερων στοιχείων (κόμβων) ενός Ασαφούς Γνωστικού Δικτύου.

Η Αμπελουργία και Οινοποιία προσφέρονται για την χρήση των ΑΓΔ προς μελέτη πολλών διεργασιών των.

Κατά τη δημιουργία ενός Ασαφούς Γνωστικού Δικτύου (ΑΓΔ) θα πρέπει να προσδιοριστεί ποιοι κόμβοι επηρεάζουν ποιους και ποια είναι η διασύνδεση μεταξύ τους. Έτσι ένα ΑΓΔ αποτελεί ένα πλέγμα αλληλοσυνδεόμενων κόμβων. Κάθε κόμβος αναπαριστά ένα βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος. Κάθε διασύνδεση μεταξύ των κόμβων αντιπροσωπεύει μία σχέση αιτίας-αποτελέσματος που υφίσταται μεταξύ των εννοιών αυτών και καθορίζει το βαθμό και τον τρόπο, με τον οποίο η μία επηρεάζει τη διαμόρφωση της τιμής της άλλης. Τα ΑΓΔ μπορούν να παρασταθούν σχηματικά με ένα δίκτυο αποτελούμενο από κόμβους που είναι διασυνδεδεμένοι μεταξύ τους με προσημασμένες συνδέσεις. Κάθε μία από αυτές τις συνδέσεις φέρει ένα βάρος διασύνδεσης. Οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τις έννοιες που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος και συνδέονται μεταξύ τους με σταθμισμένα τόξα που αντιπροσωπεύουν τις αιτιατές συνδέσεις που υπάρχουν μεταξύ των κόμβων-εννοιών. Οι διασυνδέσεις αυτές που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ είτε μερικών είτε όλων των κόμβων του συστήματος επιτρέπουν την ανατροφοδότηση μεταξύ των κόμβων και τη δημιουργία κύκλων αλληλεπίδρασης. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η γραφική απεικόνιση των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων (ΑΓΔ).



Σχήμα Β.10 : Σχηματική απεικόνιση των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων

Από το παραπάνω σχήμα παρατηρούμε ότι ένα Ασαφές Γνωστικό Δίκτυο αποτελείται από N κόμβους, διασυνδεδεμένους μεταξύ τους. Ο κάθε κόμβος αντιπροσωπεύει μία έννοια και κάθε βέλος από κόμβο σε κόμβο αποτελεί τη διασύνδεση αυτών και δείχνει τη σχέση αιτίας-αποτελέσματος μεταξύ των δύο εννοιών, δηλαδή το αποτέλεσμα που έχει η μεταβολή της τιμής του ενός κόμβου στη διαμόρφωση της τιμής της μεταβλητής του διασυνδεδεμένου με αυτόν κόμβου.

Οι μεταβλητές που έχουν τη δυνατότητα να πάρουν ασαφείς τιμές ονομάζονται ασαφείς ή λεκτικές μεταβλητές. Οι σχέσεις μεταξύ των δύο κόμβων περιγράφονται με τη χρήση λεκτικών μεταβλητών, οι οποίες στη συνέχεια μετατρέπονται σε αριθμητικές τιμές στο διάστημα $[-1,1]$.

Κάθε διασύνδεση μεταξύ των δύο κόμβων καθορίζεται από το είδος και το βαθμό συσχέτισης.

Το είδος της συσχέτισης περιγράφει αν η συσχέτιση είναι θετική, αρνητική ή δεν υφίσταται.

Υπάρχουν τρεις πιθανοί τύποι συσχετίσεων μεταξύ των κόμβων:

- $W_{ij} > 0$, θετική αιτιότητα. Όταν αυξάνεται η τιμή του κόμβου C_i , αυξάνεται και η τιμή του

κόμβου C_j , και αντίστοιχα όταν μειώνεται η τιμή του κόμβου C_i μειώνεται και η τιμή του κόμβου C_j .

- $W_{ij} < 0$, αρνητική αιτιότητα. Όταν αυξάνεται η τιμή του κόμβου C_i , μειώνεται η τιμή του κόμβου C_j , και όταν μειώνεται η τιμή του κόμβου C_i αυξάνεται και η τιμή του κόμβου C_j .
- $W_{ij} = 0$ μηδενική αιτιότητα. Δεν υφίσταται σχέση, μεταξύ του κόμβου C_i και του κόμβου C_j .

Η αριθμητική τιμή του βάρους κάθε διασύνδεσης W_{ij} μεταξύ των κόμβων C_i και C_j δείχνει το βαθμό που συσχετίζεται η τιμή της μεταβλητής του ενός κόμβου, με τον υπολογισμό της μεταβλητής του αλληλοσυνδεόμενου κόμβου. Η αριθμητική τιμή κάθε βάρους διασύνδεσης W_{ij} ανήκει στο διάστημα $[-1,1]$.

Θεωρείται ότι δεν μπορεί να υπάρχει αιτιατή σχέση μεταξύ ενός κόμβου και του εαυτού του, αφού η συσχέτιση μεταξύ δύο κόμβων δηλώνει τη σχέση αιτίας και αποτελέσματος που υπάρχει μεταξύ τους. Άρα δεν υπάρχει διασύνδεση μεταξύ ενός κόμβου και του εαυτού του, και συνεπώς $W_{ii}=0$.

Η σχεδίαση και η ανάπτυξη του Ασαφούς Γνωστικού Δικτύου υλοποιείται από εμπειρογνώμονες

που είναι γνώστες του εξεταζόμενου συστήματος και της λειτουργίας του. Αυτοί είναι υπεύθυνοι για την περιγραφή των λεκτικών μεταβλητών, οι οποίες στη συνέχεια μετατρέπονται σε αριθμητικές τιμές. Έτσι οι κόμβοι παίρνουν τιμές μεταξύ $[0,1]$ και τα βάρη των διασυνδέσεων βρίσκονται στο διάστημα $[-1,1]$.

Περιγραφή Μαθηματικού Μοντέλου

Μετά την ανάπτυξη του Ασαφούς Γνωστικού Δικτύου μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να περιγράψουμε και να προσομοιώσουμε το σύστημα τη συμπεριφορά του οποίου έχουμε μοντελοποιήσει. Υπάρχουν δύο μέθοδοι για τον υπολογισμό σε κάθε βήμα της

προσομοίωσης, την νέα τιμή της μεταβλητής του κάθε κόμβου. Η πρώτη λαμβάνει υπόψη της μόνο τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διασυνδεδεμένων κόμβων ενώ η δεύτερη συμπεριλαμβάνει και την προηγούμενη τιμή της μεταβλητής του υπολογιζόμενου κόμβου. με σκοπό να συμμετέχει στον καθορισμό της νέας τιμής. Η πρώτη μέθοδο χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον Kosko (1986) και μόνο για λίγα χρόνια. Σήμερα χρησιμοποιείται μόνο η δεύτερη μέθοδος (Groumpos 2010) . Σύμφωνα με την δεύτερη μέθοδο που περιγράφεται από την εξίσωση:

$$A_i(k+1) = f(k_2 A_i(k) + k_1 \sum_{j=1, j \neq i}^N A_j(k) W_{ji}) \quad (\text{B.16})$$

Όπου $A_i(k+1)$ είναι η τιμή του κόμβου C_i τη χρονική στιγμή $k+1$, $A_j(k)$ είναι η τιμή του κόμβου C_j τη χρονική στιγμή k , W_{ji} είναι το βάρος της διασύνδεσης του κόμβου C_j στον κόμβο C_i . Η σταθερά k_1 εκφράζει την επίδραση των διασυνδεδεμένων κόμβων στη διαμόρφωση της νέας τιμής του κόμβου A_i και η σταθερά k_2 αντιπροσωπεύει τη συνεισφορά της προηγούμενης τιμής του κόμβου στον υπολογισμό της νέας τιμής. Οι σταθερές αυτές καθορίζονται από τους εμπειρογνώμονες και συνήθως θεωρούνται ίσες με τη μονάδα.

Η εξίσωση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα το Ασαφές Γνωστικό Δίκτυο να οδηγείται πιο ομαλά στο επιθυμητό σημείο ισορροπίας και επομένως να γίνεται πιο ομαλά η μετάβαση από τη μια τιμή στην άλλη, αφού ο κάθε κόμβος χαρακτηρίζεται από μνήμη ενός βήματος. Επίσης το αποτέλεσμα αθροίζεται και στη συνέχεια μια συνάρτηση συμπίεσης f το επεξεργάζεται και το μετατρέπει σε μια τιμή που ανήκει στο διάστημα $[0,1]$. Η μέθοδος αυτή περιγράφεται από την σιγμοειδή εξίσωση.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda x}} \quad (\text{B.17})$$

Όπου λ είναι μία σταθερά μεταξύ $[0,1]$ και καθορίζετε από κάποιο εμπειρογνώμονα. Συνήθως παίρνει μια τιμή γύρω στο 0,5.

Ανάπτυξη του Ασαφούς Γνωστικού Δικτύου

Η δημιουργία και η ανάπτυξη ενός Ασαφούς Γνωστικού Δικτύου βασίζεται κυρίως στην ανθρώπινη εμπειρία και γνώση γι αυτό και για την κατασκευή του χρησιμοποιείται ομάδα εμπειρογνομόνων που έχουν γνώση της λειτουργίας του συστήματος που μελετάται κάθε φορά. Οι έμπειροι ειδικοί περιγράφουν τη συμπεριφορά του συστήματος σαν ένα σύνολο από έννοιες, σε κάθε μία από τις οποίες θα αντιστοιχήσουν τους κόμβους του ΑΓΔ και τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ αυτών των εννοιών ως σχέσεις αιτίας και αποτελέσματος μεταξύ των κόμβων.

Η διαδικασία της ανάπτυξης ενός Ασαφούς Γνωστικού Δικτύου από τους ειδικούς ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

- Οι ειδικοί συγκεντρώνονται και καθορίζουν από κοινού το πλήθος και το είδος των κόμβων, που θα περιγράψουν τα κύρια χαρακτηριστικά του συστήματος, και που θα αποτελούν το Ασαφές Γνωστικό Δίκτυο.
- Κάθε ειδικός ξεχωριστά πρέπει να εκφράσει τη σχέση αιτίας και αποτελέσματος που υπάρχει μεταξύ των κόμβων του ΑΓΔ. Πρέπει δηλαδή να εξετάσει όλους τους κόμβους και να βρει μεταξύ ποιων κόμβων υπάρχει συσχέτιση.
- Έπειτα ο καθένας αποφασίζει το είδος της συσχέτισης μεταξύ των κόμβων, δηλαδή αν θα υπάρχει θετική ($W_{ij} > 0$), αρνητική ($W_{ij} < 0$), ή καμία επίδραση του κόμβου C_i στον κόμβο C_j .
- Τέλος καθορίζεται ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ δύο κόμβων, δηλαδή η ακριβής τιμή του βάρους W_{ij} .

Τα ΑΓΔ είναι ευρέως διαδεδομένα με πολύ καλά μαθηματικά και έχουν χρησιμοποιηθεί σε ένα πλήθος εφαρμογών (ενέργεια, ιατρική, γεωργία, περιβάλλον, οικονομικά, κ.α.) όπως προκύπτει από τις επόμενες αναφορές: (οι δύο τελευταίες αναφορές είναι του υποψηφίου Μεταπτυχιακού Φοιτητή αυτής της Πτυχιακής Μελέτης)

Zadeh L.A., (1965) "Fuzzy logic" IEEE Computer, Vol.21, Issue 4, pp.83-93

Kosko, B. (1986): Fuzzy Cognitive Maps. International Journal of Man Machine Studies 24, pp.65-75

Groumpos, P.P. (2010) "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and their Application to Complex Systems, in: Glykas M. (ed) Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications, vol.247, 2010, pp. 1-22, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

Kyriakarakos G, Anastasios I. Dounis A. I., Arvanitis K. G., Papadakis G., "A fuzzy cognitive maps–petri nets energy management system for autonomous polygeneration microgrids" Applied Soft Computing, Volume 12, Issue 12, December 2012, pp.3785–3797

Jetter A., Schweinfurt W., "Building scenarios with Fuzzy Cognitive Maps: An exploratory study of solar energy" Elsevier Journal Futures, Vol 43, Issue 1, Feb. 2011, pp 52-66.

Georgopoulos V. C., Malandraki G.A., and C. D. Stylios C.D., , "A Fuzzy Cognitive Map Approach To Differential Diagnosis of Specific Language Impairment. Journal of Artificial Intelligence in Medicine (IF: 1,224), Vol 29, No. 3, pp. 261-278 (2003)

Papageorgiou E., C. Stylios C., and P. Groumpos, An Integrated Two-level Hierarchical System for Decision Making in Radiation Therapy using Fuzzy Cognitive Maps. IEEE Transactions on Biomedical Engineering (IF: 1,398), Vol. 50, No. 12, pp. 1326-1339 (2003)

Papageorgiou E., K.E. Parsopoulos K. E. , C.D. Stylios C.D., P.P. Groumpos P. P. and Vrahatis M.N., Fuzzy Cognitive Maps Learning Using Particle Swarm Optimization. Journal of Intelligent Information Systems (IF:0,851), Vol. 25, No. 1, pp. 95-107 (2005)

Glykas M.,(2010) (Editor). Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications (Studies in Fuzziness and Soft Computing) Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. (Hardcover) 2010

Nassim Douali N., Elpiniki I Papageorgiou E.I., De Roo J., H Cools H. and Jaulent M-C (2015) "Clinical Decision Support System based on Fuzzy Cognitive Maps", Computer Science System Biology, Vol.8, Issue 2, 2015, pp.112-120.

Froelich W., and Wakulicz-Dej A.,(2009) "Mining temporal medical data using adaptive fuzzy cognitive maps" in Proc of IEEE 2nd Conference on Human System Interactions, 2009. HSI '09. May 2009.

W. Froelich W., E.I. Papageorgiou, M. Samarinas and K. Skriapas, (2012) "Application of evolutionary FCMs to the long-term prediction of prostate cancer", in Applied Soft Computing Journal, Volume 12, Issue 12, 2012 pp. 3810-3817.

Ginis, L. A. (2013) "The Use of Fuzzy Cognitive Maps for the Analysis of Structure of Social and Economic System for the Purpose of Its Sustainable Development", Mediterranean Journal of Social Sciences, Vol 6, No 3, June 2013, pp 113-118

Neocleous, C. and Schizas, C.N. (2012) "Modeling Socio-politico-economic Systems with Time-dependent Fuzzy Cognitive Maps" 2012 IEEE World Congress on Computational Intelligence, Brisbane, Australia 2012, pp. 236-242

Groumos, P., P. and Groumos P., V. (2016) "Modeling Vineyards Using Fuzzy Cognitive Maps" In Proceedings of IEEE MED 2016 International Conference, June 2016, Athens, pp. 216-224.

Groumos V.P., Biniari K., and P. P. Groumos P.P., (2016) "A New Mathematical Modelling Approach For Viticulture And Winemaking Using Fuzzy Cognitive Maps" in Proc. 11th IEEE International, ELECTRO 2016, High Taras, Zilina, Slovakia, pp.134 -140